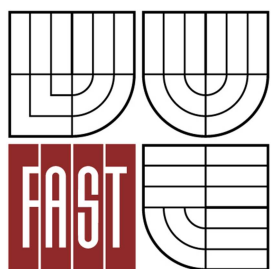




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

AKTUALIZACE DTMM S VYUŽITÍM MOBILNÍHO SKENOVACÍHO SYSTÉMU

UPDATE OF DTMM USING MOBILE SCANNING SYSTEM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

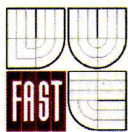
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ CIMPL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR KALVODA, Ph.D.

BRNO 2013



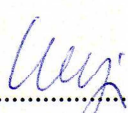
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646T003 Geodézie a kartografie
Pracoviště	Ústav geodézie

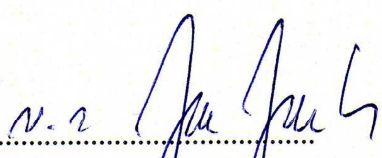
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Cimpl Tomáš
Název	AKTUALIZACE DTMM S VYUŽITÍM MOBILNÍHO SKENOVACÍHO SYSTÉMU
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012


.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- 1) ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek: Kreslení a značky. Praha: Vydavatelství norem, 1990, 108 s.
- 2) Směrnice pro tvorbu DTMM firmy Geovap, spol. s.r.o.
- 3) Tabulka grafických atributů DTMM
- 4) Aktualizační soubor s exportem prvků účelové mapy povrchové situace z databázového datového skladu DTMM Pardubice
- 5) Výstupy z měření systémem LYNX - mračna bodů a snímky 6) Výřez DKM poskytnutý odborem hlavního architekta Statutárního města Pardubice
- 7) Webové stránky Českého úřadu zeměměřického a katastrálního - www.cuzk.cz
- 8) VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. © 2005-2012 [cit. 2012-1-16]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- 9) ČSN ISO 690. Informace a dokumentace - Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. Třídící znak 01 0197.

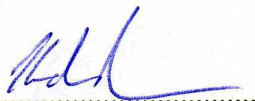
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- 1) Reambulace DTMM 1:500 v rozsahu listu mapy Pardubice 8-1/21 dle Směrnice pro tvorbu DTMM pomocí dodaných podkladů.
- 2) Úprava aktualizačního souboru do souladu se stavem v terénu za použití zásad definovaných ve Směrnici pro tvorbu DTMM a s použitím formy a náplně dle Tabulky grafických atributů DTMM.
- 3) Realizace aktualizačního souboru do datového skladu ORACLE.
- 4) Vyhotovení technické zprávy s rozбором počtu historizovaných, nově pořízených, modifikovaných a původních prvků reambulované a aktualizované mapy.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Bibliografická citace VŠKP

CIMPL, Tomáš. AKTUALIZACE DTMM S VYUŽITÍM MOBILNÍHO SKENOVACÍHO SYSTÉMU. Brno, 2013. 55 s., 2 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D..

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá problematikou reambulace Digitální technické mapy města. Konkrétně především reambulací s využitím dat získaných mobilním skenovacím systémem a porovnáním s reambulací prováděnou bez využití mobilního mapovacího systému. Cílem práce byla aktualizace Digitální technické mapy města Pardubice v rozsahu mapového listu Pardubice 8-1/21.

Abstract

This diploma thesis deals with the updating of digital technical city map. Specifically with map updating using data from mobile scanning system and a comparison with map updating performed without the use of a mobile mapping system. Aim of the thesis was to update the digital technical map of Pardubice city in the range of map sheet Pardubice 8-1/21.

Klíčová slova

Digitální technická mapa, reambulace, databáze, mobilní skenovací systém, mračno bodů

Key words

Digital technical map, map updating, database, mobile scanning system, point of clouds

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.5.2013

.....

podpis autora

Bc. Tomáš Cimpl

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat firmě GEOVAP, spol. s r.o. za zadání diplomové práce a softwarové vybavení. Konkrétně děkuji pracovníkům oddělení Archiv a pracovníkům oddělení Laserového skenování a poskytnutí odborných rad a konzultací při praktickém řešení mé diplomové práce.

Dále děkuji svému vedoucímu Ing. Petru Kalvodovi, PhD. za cenné rady a konzultace v průběhu psaní textu diplomové práce.

V Brně dne: 15.5.2013

.....
podpis autora
Bc. Tomáš Cimpl

Obsah:

Úvod	8
1. Software GeoStore V6	9
1.1 Charakteristika GeoStore V6	9
2. Směrnice pro tvorbu DTMM	10
3. Databáze DTMM	12
3.1 Vydávání obsahu DTMM	12
3.2 Zpracování zakázky geodetem	13
3.3 Realizace zakázky do databáze	13
4. Reambulace DTMM „klasickým“ způsobem	15
4.1 Přípravná fáze	15
4.1.1 Vyhotovení aktualizačního souboru	15
4.1.2 Tvorba seznamu zakázek	16
4.1.3 Topologické kontroly výkresu	18
4.1.4 Předběžné čištění kresby	18
4.1.5 Aktualizace podkladů přebíraných území	19
4.1.6 Reambulace přebíraných území	20
4.1.7 Kontrolní kresba	20
4.2 Terénní práce	20
4.2.1 Rekognoskace území	21
4.2.2 Zaměření plošných změn	22
4.3 Aktualizace kresby dle terénního šetření	23
4.3.1 Prostory přímého měření	23
4.3.2 Prostory lokálních změn	24
4.4 Realizace změn v databázi	24
4.4.1 Topologické a atributové kontroly	25
4.4.2 Ostatní kontroly	25
4.4.3 Porovnávací export	26
4.4.4 Import dat do databáze	28
5. Lynx Mobile Mapper	29
5.1 Technologie sběru dat	30
5.2 Zpracování naměřených dat	32
6. Reambulace DTMM s využitím MMS	35
6.1 Přípravná fáze	35
6.2 Terénní práce	36
6.3 Vyhodnocení mračen bodů	36
6.3.1 LaserScan data	37
6.3.2 Varianty vyhodnocování mračen bodů	40
6.3.3 Postup při vyhodnocování mračen bodů	41
6.4 Význačné situace při vyhodnocování mračen bodů	43
6.4.1 Řešení chybného výškopisu	43
6.4.2 Časté chyby při vyhodnocování mračen bodů	46
6.4.3 Příklady využití mračen bodů pro reambulaci mapy	47
6.5 Realizace změn v databázi	48
7. Porovnání metod reambulace	50
Závěr	52
Seznam použité literatury	53
Seznam použitých zkratk	54
Seznam příloh	55

Úvod

V dnešní době dochází hlavně ve městech k intenzivním stavebním pracím. Netýká se to jen výstavby nových objektů, ale především se jedná o přestavby, rekonstrukce i demolice dnes již nevyhovujících zařízení. Se stavebním ruchem je spojena potřeba provedené změny zanechat do mapy.

Pro reambulanci byl využit stav Digitální technické mapy města Pardubice z originální databáze, kde je mapa udržována prostřednictvím aktualizací zaměřených vybraných stavebním úřadem. Přesto mapa zastarává především na stycích nových zaměřených se stávající mapou, v oblasti dopravního značení a veřejné zeleně. U části staveb není vyhotovena geodetická dokumentace skutečného provedení stavby. Správci DTMM často chybí informace o rušení některých objektů z náplně DTMM. Proto je zhruba v desetileté periodě přistupováno k plošné reambulanci území.

S využitím moderních technologií a postupů není problém změny zaměřit. Myslím si, že dnes se problém přesunul od získání dat spíše k jejich efektivní správě. Pouze díky kvalitní databázi s přesnými a aktuálními daty lze udržovat i rozsáhlé mapy.

Jednou z těch nejmodernějších technologií je mobilní skenovací systém (dále MMS). V této práci se zabývám problematikou využití výše zmíněného zařízení při reambulaci DTMM. Pro přiblížení nových softwarů a technologií jsem do své práce zařadil i kapitoly s jejich popisy. Dále je zde zmíněna i metodika reambulace DTMM klasickými geodetickými metodami. V závěru práce jsou obě varianty porovnány.

1. Software GeoStore V6

Zadání a téma diplomové práce vytvořeno ve spolupráci s firmou GEOVAP, spol. s r. o., díky tomu jsem měl možnost vyzkoušet si práci v tomto firemním softwaru.

Jelikož jde o relativně nový software a byly v něm prováděny veškeré „kancelářské“ práce, zařazuji jeho charakteristiku na začátek své diplomové práce.

Charakteristiku softwaru uvádí uživatelská příručka [1].

1.1 Charakteristika GeoStore V6

GeoStore V6 je moderní GIS systém vyvinutý v technologii Microsoft .NET. Spojuje v sobě nejdůležitější funkce pro tvorbu, aktualizaci a správu geografických dat s pokročilými funkcemi GIS. Může sloužit jako výkonný grafický editor s plnou škálou editačních funkcí obvyklých u CAD nástrojů nebo jako pokročilý desktopový GIS systém.

GeoStore V6 pracuje se souborovými daty v běžně používaných formátech DGN, SHP, DXF, GML. Geografická data mohou být dále čtena a ukládána do SQL databází ORACLE, ORACLE Spatial, MS SQL Server, MySQL.

GeoStore V6 pracuje při práci s SQL databází v režimu klient/databázový server nebo je schopen práce v režimu klient/aplikační server/databázový server, tím umožňuje provádět tvorbu a editaci dat prostřednictvím Internetového/intranetového připojení na vzdálených serverech.

GeoStore V6 je systém založený na standardech současné geoinformatiky. Nativním formátem pro uložení dat do SQL databází je WKB (Well Known Binary) standard dle OGC SFS for SQL 1.1. Samozřejmostí je čtení a ukládání geografických dat do souborů podle specifikace GML 1.3. V systému jsou integrovány funkce WMS klienta pro načítání dat z Internetových WMS zdrojů dle standardu OGC WMS 1.3.

GeoStore V6 je programovatelný systém. Hlavní metody a datové struktury jádra systému (objektů resp. tříd) jsou veřejné. To přináší nejvyšší stupeň otevřenosti vůči uživatelům-vývojářům. Ti mohou rozvíjet funkcionalitu systému vlastními moduly a aplikacemi vyvíjenými standardními prostředky technologie .NET.

2. Směrnice pro tvorbu DTMM

Před započítím jakýchkoli prací je nutné prostudovat tento dokument. Směrnice byla vytvořena firmou GEOVAP, spol. s r.o. pro potřeby Statutárního města Pardubice a vztahuje se na pořizování grafických dat na jeho území. Správa, tvorba a aktualizace DTMM probíhá na základě stejných nebo podobných směrnic i v jiných městech a krajích České republiky. *Obrázek č. 1* ukazuje oblasti spravované firmou GEOVAP, spol. s r.o.

Obsah směrnice je rozdělen do pěti kapitol, z nichž první čtyři se věnují v podstatě tvorbě nové DTMM. Poslední pátá kapitola se zabývá problematikou aktualizace a správy DTMM. Což je z hlediska mé práce nejdůležitější část.

Základní údaje

V první kapitole směrnice je stanoven účel a platnost směrnice a také seznam použitých zkratk a pojmů používaných ve směrnici.

Forma a zpracování zakázky

Nejprve jsou stanoveny obecné údaje:

- Formát předávaných dat: rozdělení do více výkresů (povrchová situace, měřené body, ...)
- Souřadnicový systém: S-JTSK
- Výškový systém: Bpv
- Třída přesnosti mapování: 3. třída přesnosti dle ČSN 013411 [2]
- Měřítko mapování: 1:500

Následuje ustanovení pro povrchovou situaci- DTMM:

- Definice pojmu DTMM dle [3]: DTMM se buduje postupným přímým měřením území města. V první fázi pro rychlé pořízení DTMM je kombinováno přímé měření "uličních čar" a veřejných prostranství, kde je největší výskyt inženýrských sítí a největší stavební činnost s přebíráním starších podkladů. Přebíraná území (vnitrobloky, území průmyslových závodů, zadní trakty soukromých pozemků) bude převzato ze starších podkladů tak, aby vznikla pokud možno souvislá mapa celého území města.
- Výčet předmětů měření polohopisu a výškopisu
- Forma výkresu povrchové situace

Nakonec jsou v této kapitole uvedeny pokyny pro zaměření podzemních inženýrských sítí.

Povinnosti dodavatelů při zaměřování skutečného provedení staveb

Tato kapitola obsahuje obecná ustanovení, povinnosti dodavatele stavby a povinnosti dodavatele geodetického zaměření. Dále informace o příjemce dokumentace skutečného vyhotovení stavby a náležitosti a obsah elaborátu geodetického zaměření stavby.

Datová struktura DTMM

Nejrozsáhlejší kapitola směrnice se věnuje tabulkám atributů prvků využívaných jako náplň DTMM.

Problematika aktualizace a správy DTMM jako součásti ÚMPS SSVč

Kapitola začíná vysvětlením základních pojmů:

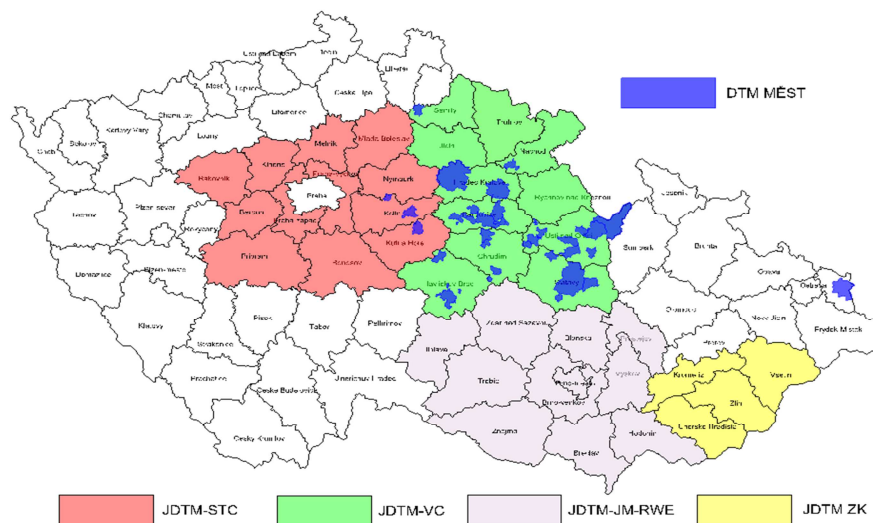
- Účelová mapa povrchové situace SSVč (ÚMPS)
- Sdružení správců Východních Čech (SSVč)

Následují definice procesů spojených s DTMM:

- Tvorba účelové mapy povrchové situace SSVč
- Aktualizace účelové mapy povrchové situace SSVč
- Správa účelové mapy povrchové situace SSVč

Nakonec jsou zde uvedeny technické podmínky pro aktualizaci a správu DTMM:

- Informace nutné pro evidenci vstupních dat (kdo, kdy, kde, pro koho a za jakým účelem vstupní data pořídil).
- Pokyny pro archivaci vstupních dat (každý grafický element DTMM musí mít informace o svém původu).
- Stanovení podmínek pro změny v poloze prvků při opravách topologie, řešení návazností, duplicitních měření a aktualizacích.



Obr. 1 Oblasti ČR spravované firmou Geovap, spol. s r.o.

3. Databáze DTMM

Veškeré změny provedené v mapě nejsou definitivní do doby, než se realizují i v databázi. Databáze je v podstatě živý organismus, který se neustále mění. Při aktualizaci mapy není možné pracovat přímo v databázi. Musíme její požadovanou část z databáze exportovat do aktualizacího souboru (DGN, WKB) a poté změny v aktualizacím souboru do databáze realizovat.

DTMM je v databázi složena z množství jednotlivých zaměření (zakázek). Funkce a práci s databází lze ilustrovat na příkladu zpracování fiktivní zakázky.

3.1 Vydávání obsahu DTMM

Geodet má za úkol zaměřit například domovní přípojku. O mapový podklad si zažádá přes internet na stránkách <http://www.geostore.cz/jdtm-vc/gswweb/> [4]. Zde si v interaktivní mapě nakreslí ohradu, která ohraničuje zájmové území.

Správci mapy přijde automaticky email s výkresem ohrady a informacemi o zaměření. Operátor, který se objednávky ujme, založí v databázi zakázku. Zkontroluje, jestli je ohrada nakreslena ve správné lokalitě a jestli o lokalitu geodet již v minulosti nezažádal a neodevzdal ji.

Pokud vše odpovídá, provede operátor export požadovaného obsahu z databáze. Výřez mapy se dále kontroluje, aby byl topologicky i atributově čistý. Nakonec se zkontrolovaný výkres v požadovaném formátu odešle na email geodeta.

Projekt:	Geodet:
Firma:	Ing. Martin Štěpánek
ID objednávky:	123456789
Pocet prostoru:	1
Ses. prostoru:	1
Ucel:	Vesely Zdar, g. 123456789 NN, 123 456 789
Investor:	CEZ distribuce a.s.
Obsah:	UMPS
Typ vykresu:	DGN
Aktualizace:	ANO
Telefon:	123456789
E-mail:	123456789@123456789.cz
PIN:	123456

Obr. 2 Objednávkový email

3.2 Zpracování zakázky geodetem

Převzetím dat od správce mapy se geodet zavazuje k aktualizaci vydaného aktualizacího souboru. Geodet doměří prvky náplně mapy, které v terénu existují a v aktualizacího souboru chybí. Tyto prvky a identické body zpracuje do svého souboru, který spolu s aktualizacího souborem (referenčně připojeným) tvoří aktuální mapu. V aktualizacího souboru odstraní prvky, které již v terénu neexistují. oba soubory, seznam souřadnic bodů a technickou zprávu zašle správci mapy. Pokud je investorem firma ČEZ a.s., je zaměření zasláno správci mapy investorem, který kontroluje formální správnost polohopisu a formální i faktickou správnost zaměření elektrického vedení.

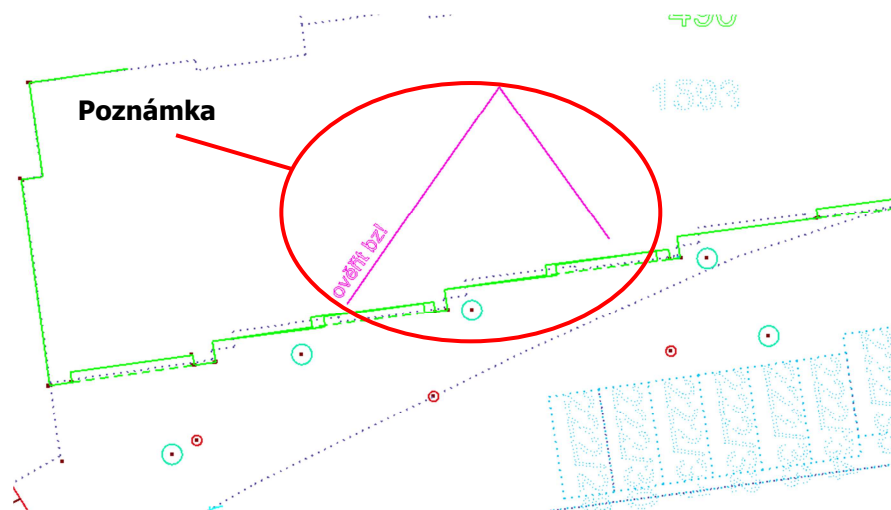
Rozdělení do dvou samostatných výkresů je nutné z následujícího důvodu. Geodet není schopen rozlišit prvky z aktualizacího souboru a prvky, které sám zaměří, na základě negrafických atributů. Ve svém grafickém editoru nemá k dispozici potřebné nástroje (například DLL aplikaci *ADisplej*). Popis aplikace *ADisplej.dll* dle [5] je v kapitole 4.1.2 *Tvorba seznamu zakázek*.

3.3 Realizace zakázky do databáze

Aktualizované zakázky se vracejí správci mapy formou emailu na adresu vcweb@geovap.cz. Po obdržení emailu s přílohami spojí správce nejprve oba výkresy do jednoho. Spojení výkresů je výhodné pro usnadnění atributových a topologických kontrol. Někteří investoři používají jiné datové struktury pro doměřovaná data, takže je nutné je změnit na strukturu používanou v DTMM. Dále se kontroluje přesnost měření vyhodnocením polohových odchylek na identických bodech.

Pokud výkres projde všemi kontrolami, spustí se porovnávací export. Výkres se tematizuje aplikací *ADisplej.dll*. Vizuálně zkontrolujeme, které prvky se odstranily, modifikovaly, zůstaly beze změny a přibýly. Po kontrole se aktualizacího soubor importuje do databáze.

Pokud je výkres polohově nepřesný, dojde k reklamaci. Další postup je závislý na stáří zakázky. Nová zaměření, která jsou v podstatě bezprostředně po naměření realizována do databáze, lze ihned reklamovat. Starší zaměření většinou reklamovat nejde. V tom případě se zaměření stejně realizuje do databáze, ale chyby jsou označeny poznámkami nebo je celá zakázka označena jako prostor chyb, zvláště v případě, že vykazuje velkou systematickou složku odchylek.



Obr. 3 Chybné zaměření

4. Reambulace DTMM „klasickým“ způsobem

Reambulaci DTMM „klasickým“ způsobem, tj. bez použití MMS, zařazují před popis metodiky reambulace mapy s jeho využitím záměrně. Některé fáze reambulace jsou shodné a použití nové technologie v podstatě navazuje na stávající poznatky v této oblasti. Bez znalostí základních postupů nelze dosáhnout úspěchu ani s nejmodernějšími zařízeními.

4.1 Přípravná fáze

Slouží jako základ všech dalších prací. Nepodcenění přípravy a její správné provedení zajistí pozdější hladký průběh terénních prací i následného vyhodnocování dat z terénu. Hlavně při reambulaci „klasickým“ způsobem se jedná o časově nejnáročnější část projektu.

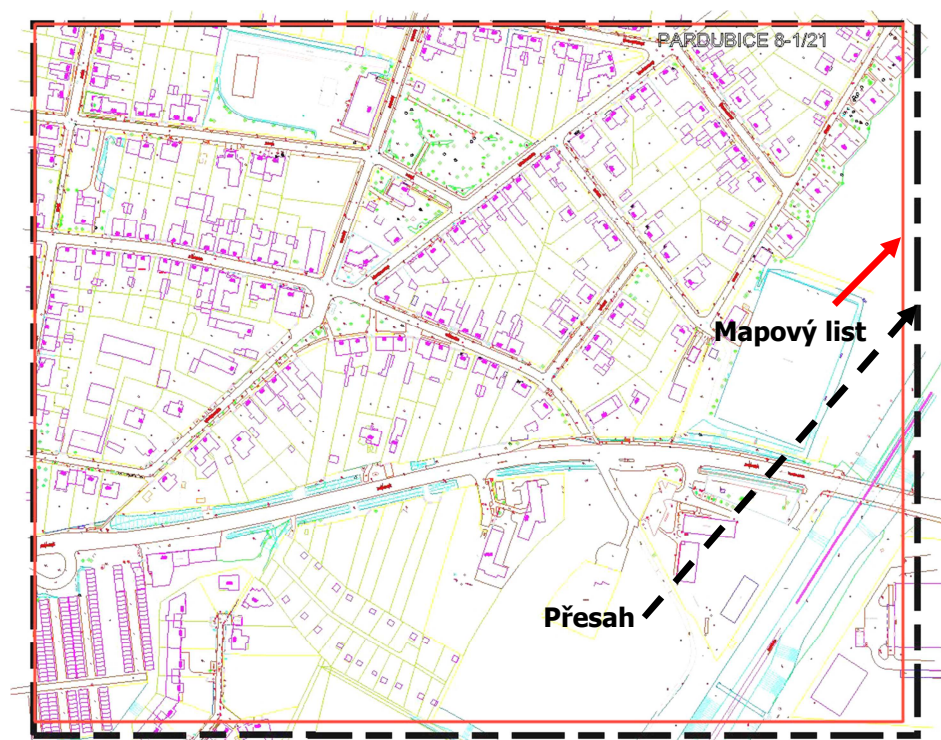
4.1.1 Vyhotovení aktualizačního souboru

Vyhotovení aktualizačního výkresu se děje pomocí exportu mapy požadovaného rozsahu z databáze. Reambulované území bylo stanoveno dle požadavku zákazníka v rozsahu mapového listu Pardubice 8-1/21. Pro zajištění návaznosti s okolními listy se rozsah exportu zvětšuje. Velikost přesahu mapového listu se uvede do technické zprávy a je zpravidla cca 10 m.

Přesah reambulovaného listu ukazuje *Obrázek 4*. Z obrázku je patrné, že mapový list byl rozšířen pouze na jižní a východní straně. Je to z toho důvodu, že reambulace tohoto listu spadá do dlouhodobější kampaně. Mapové listy sousedící na severu na západě byly reambulovány dříve i s přesahy do mého mapového listu.

Aktualizační výkres je složen z více geodetických zakázek (podrobněji v *4.1.2 Tvorba seznamu zakázek*). V databázi je rozdělen do následujících grafických tabulek:

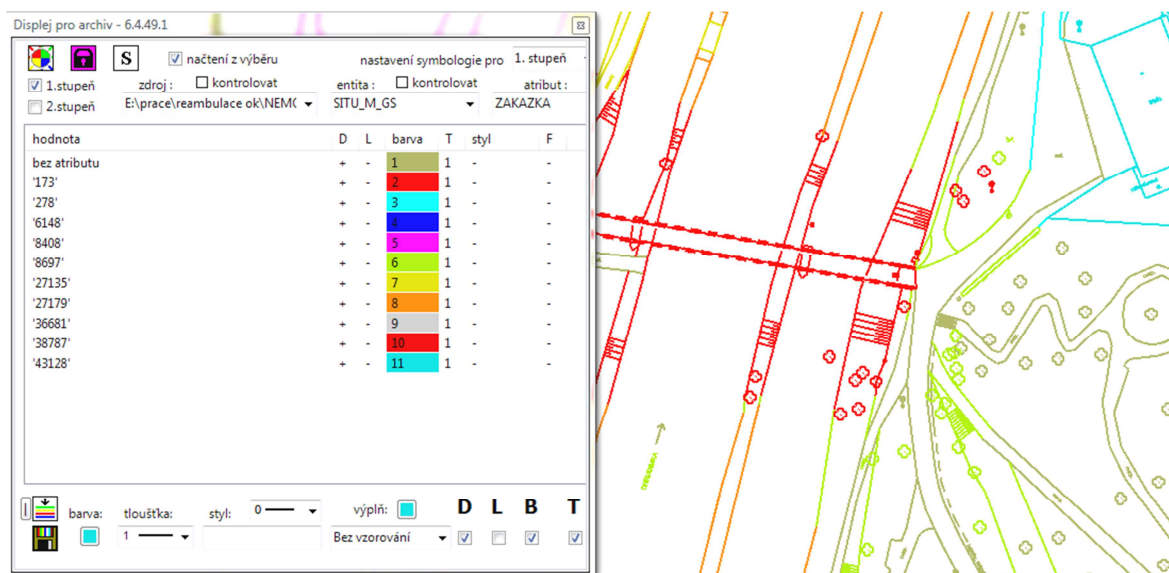
- SITU_B_GS: skupina zahrnuje všechny tečky reprezentující polohy měřených bodů
- SITU_V_GS: skupina zahrnuje všechny výškové kóty
- SITU_M_GS: skupina zahrnuje grafické entity území přímého měření
- SITU_X_GS: skupina zahrnuje grafické entity přebíraných území



Obr. 4 Reambulovaný list s přesahem

4.1.2 Tvorba seznamu zakázek

Následující operace jsou prováděny v aplikaci *ADisplej.dll*. Aplikace *ADispej.dll* slouží k dočasné resymbolizaci grafických prvků. Jedná se pouze o změnu vzhledu zobrazení na obrazovce, nejde o fyzickou změnu samotných atributů. Změny zobrazení provádíme nejčastěji na základě připojených negrafických atributů.



Obr. 5 Aplikace ADisplej- tématizace mapy dle atributu ZAKAZKA

Prvky aktualizací souboru obsahují negrafické atributy z databáze dle [3]:

- ZAKAZKA (číslo zakázky přidělené při převodu do originální databáze)
- MAJITEL (zdroj dat, místo archivace vstupních dat, např. SPT Telecom, VČP, VČE, VAK, příslušný MÚ...)

V DLL aplikaci *ADisplej* vybereme všechna čísla zakázek a využijeme funkci Zobrazení specifických dotazů z aplikace *ADisplej.dll* do aplikace *GSEplorer*. Tato aplikace slouží pro zobrazování databázových tabulek (grafických i negrafických).

Struktura negrafické tabulky ZAKAZKA:

- ID (jednoznačný identifikátor zakázky)
- LOKALITA (jména KÚ, na kterých zakázka leží)
- POPIS (Libovolný text charakterizující zakázku)
- GEODET (geodetická firma - zpracovatel vstupních dat)
- OVERIL (oprávněný zeměměřický inženýr)
- MĚŘENO (termín ukončení měření)
- ZPRACOVÁNO (termín ukončení zpracování měření)
- PŮV_ČÍSLO (archívní číslo majitele)
- GEO_ČÍSLO (číslo zakázky geodeta)
- ARCHIVÁTOR (jméno pracovníka Geovapu odpovědného za převod do databáze – archivaci)
- POPIS ARCHIVACE (libovolný text popisující problematiku načtení do databáze, aktualizaci, řešení návazností apod.)

Z aplikace *GSEplorer* jsem tabulky s příslušnými zakázkami přenesl do aplikace *Microsoft Excel*. Pro další práce je vhodné si vytisknout alespoň tyto základní údaje:

- ID: jednoznačný identifikátor zakázky
- Datum měření a zpracování: starší data jsou primárně podezřelá z neaktuálnosti
- Majitel zakázky: většinou charakterizuje náplň zakázky
- Popis zakázky: konkrétní účel zaměření. Velice užitečná informace o původu dat. Například lampy zaměřené při dokumentaci skutečného provedení stavby veřejného osvětlení.
- Údaje o zpracovateli vstupních dat: často už jen samotný název firmy indikuje kvalitu a věrohodnost dat.

4.1.3 Topologické kontroly výkresu

Ačkoli by aktualizací výkres měl být topologicky čistý, je nutné ho po exportu z databáze zkontrolovat. Topologické kontroly se provádějí několikrát před importem kresby do databáze i automaticky při samotném importu. Program uživatele upozorní na případné nesrovnalosti, ale ten je může ignorovat. Většinou jde o drobnosti, které je dobré vyřešit hned na začátku.

Mimo topologických kontrol se provádí i kontrola vztažných bodů výškových kót. Automatizovaná kontrola vztažných bodů je v provozu teprve pět let. Záznamy v databázi starší pěti let někdy obsahují tyto chyby.

Topologická kontrola je v podstatě prvním krokem aktualizace mapy. Stejně jako se v průběhu času mění obsah mapy, mění se i požadavky a aplikace pro jejich kontrolu. Při exportu mapy, která je například 10 let beze změny, může dojít k nálezům topologických chyb. A to i v případě, že zakázku v době před deseti lety svědomitě realizujeme a kontroly v době realizace neodhalily žádné chyby. Je to zapříčiněno právě vývojem v oblasti kontroly chybné topologie. Topologické i atributové kontroly byly provedeny v aplikaci *revize.dll*, dle návodu [6].

4.1.4 Předběžné čištění kresby

Některé geodetické firmy při zpracování zaměření podzemních inženýrských sítí nebyly schopné oddělit měřené body podzemního vedení od měřených bodů ÚMPS. Při tvorbě DTMM se zakázky pouze importovaly do databáze. V zadání tvorby datového skladu nebylo podrobné zkoumání načítaných zakázek. V rámci reambulace ÚMPS jsou tyto body odstraňovány.

Nejprve v kresbě barevně odlišíme jednotlivé zakázky. Ze seznamu zakázek si vybereme zaměření podzemních vedení, která v aplikaci *ADisplej.dll* zvýrazníme pro snadnější vyhledání bodů podzemního vedení. Body podzemního vedení nejsou mezi sebou spojeny žádnou čarou a mají samozřejmě menší nadmořskou výšku oproti okolní povrchové situaci.

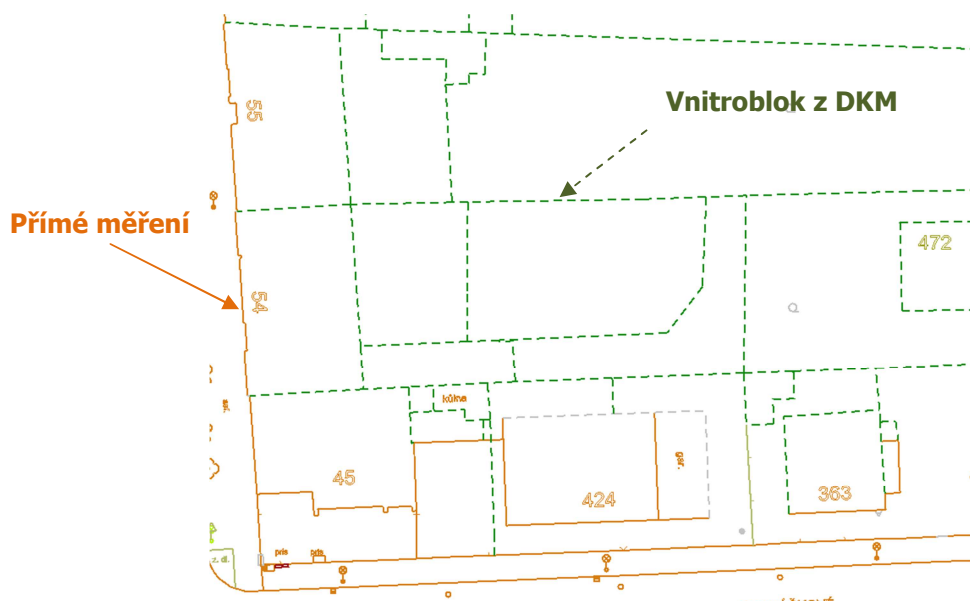


Obr. 6 Body na podzemním vedení

4.1.5 Aktualizace podkladů přebíraných území

Dle Směrnice pro tvorbu DTMM se na územích, která se nemapují přímým měřením, přejímají starší podklady. Přebíranými územími jsou vnitrobloky, průmyslové závody a zadní trakty rodinných domů, tedy území většinou volně nedostupná. V době vzniku DTMM se vektorizovaly skeny katastrální mapy 1:1000. Jednotlivé domovní bloky byly transformovány na přímo měřenou uliční frontu.

Dnes je k dispozici DKM, proto relativně neudržovaná území vnitrobloků nahrazujeme posledním stavem DKM.



Obr. 7 Uliční čára a vnitroblok

4.1.6 Reambulace přebíraných území

Jediná možná cesta pro reambulaci veřejně nepřístupných prostranství je za pomoci ortofotomapy. Aktuální ortofotomapa se připojí WMS službou do výkresu, kde se porovnává obsah mapy se snímkem. Kontrolují se především průběhy hranic, které se fyzicky v terénu vyskytují, tvary a umístění budov.

Na některých místech byly vlivem silného vegetačního krytu použity pro zjištění situace šikmé snímky dostupné na serveru www.mapy.cz. Jejich výhodou je možnost natočení pohledu ze všech čtyř světových stran. Šikmé snímky ale nejsou zatím dostupné pro celou Českou republiku.

Problematické prostory, které nelze vyřešit v kanceláři s využitím ortofotomapy, se opatří poznámkou s textem. A přenechávají se terénnímu šetření. Proto je reambulaci přebíraných území dobré provést ještě před vytištěním kontrolní kresby.

Po reambulaci přebíraných území doporučuji provést opět atributové a topologické kontroly. Získáme tak čistou kontrolní kresbu, připravenou na tisk a práci v terénu.

4.1.7 Kontrolní kresba

Kontrolní kresba je konečným produktem přípravné fáze reambulace. Veškeré předchozí kroky směřují k co nejkvalitnějšímu podkladu pro terénní šetření.

Pro tisk se kontrolní kresba v aplikaci *ADisplej.dll* dočasně resymbolizuje podle stáří zakázek. Zvláštním stylem linie se resymbolizují prvky z tabulky SITU_X_GS obsahující prvky mapy převzaté. Budeme-li uvažovat pouze prostory přímého měření, tak jejich značnou část pokrývá většinou původní zakázka z první plošné tvorby DTMM. Jedná se o nejstarší zakázku, proto se předpokládá, že právě v jejím prostoru mohlo dojít k největším změnám.

Důležité je vytisknout do kontrolní kresby i tečky reprezentující polohu bodů, které byly měřeny polární metodou (vyhodnoceny z mračen bodů). Body bez tečky jsou konstruovány do mapy dodatečně.

4.2 Terénní práce

Terénní šetření se dle zadání objednatele provedlo pouze z veřejně přístupných prostranství. Pro reambulaci soukromých a oplocených areálů nebylo vyřízeno povolení ke vstupu.

4.2.1 Rekognoskace území

Rekognoskace se v terénu provádí na podkladě kontrolní kresby, která slouží pro zaznamenání zjištěných změn, zápis kót přímého měření a poznámky k řešení. Rekognoskaci provádí zpravidla jeden člověk. Je žádoucí, aby rekognoskaci provedl člověk, který vytvořil nebo se alespoň účastnil tvorby kontrolní kresby. Při rekognoskaci kontrolujeme mapu po uličních čarách. Nejvhodnější je postupovat po jedné straně ulice tam a druhou stranou zpět.

Důležitým rozdílem oproti běžnému mapování je, že se nezačíná s čistým listem. Je nutné pozorně studovat kontrolní kresbu a porovnávat ji s aktuální situací v terénu. Většina změn je charakteru chybějící značky apod., tedy nevyžaduje plošné zaměření okolí. Pro detekci těchto malých změn je klíčové mít u sebe seznam zakázek s daty zaměření. Podezřelé jsou například nově vypadající lampy v ulici, jejíž mapový podklad je ze změny z 90. let. Počtem i umístěním od oka sice odpovídají, ale skutečnost je třeba prověřit kontrolními mírami.

Ověřovací míry a zaměření drobných změn lze provést kapesním svinovacím metrem. V případě větších změn je nutné rozhodnout, zda postačí k jejich zaměření pásmo nebo bude nutné využít totální stanici. Prostory pro další zaměření vyznačíme v kontrolní kresbě.

Nikdy nelze zkontrolovat ani zaměřit všechny změny v mapě. Snad jen dvojí nezávislou terénní kontrolou, která ovšem není ekonomicky výhodná ani pro investora ani pro zhotovitele.



Obr. 8 Doplněná kontrolní kresba

4.2.2 Zaměření plošných změn

Drobné změny typu chybějící šachta apod. jsou zaměřovány již při rekognoskaci. Plošnými změnami myslím například zaměření nových povrchů, nové veřejné osvětlení apod. Tedy změny spíše rozsáhlejší, vyžadující jiné měřicí pomůcky než drobné změny. Tato práce si neklade za cíl popisovat jednotlivé metody měření podrobných bodů ani budování měřické sítě.

Pokud není změna až tak velká nebo pokud hned v další navazující ulici není nutné zaměřit další prostor, je vhodné použití pásma a například ortogonální metody. Ovšem pokud je změna větší a komplikovaná a nevystačíme si s pásmem, musíme použít například totální stanici a polární metodu.

Při zaměřování bodů pásmem je vhodné měření navázat na body měřené polární metodou. Tyto body jsou v kontrolní kresbě reprezentovány tečkou a máme větší jistotu jejich přesnosti. Body bez tečky, tedy dodatečně konstruované, nemusí tak přesně odpovídat skutečnosti.

Často lze narazit na chybu výškopisu, zejména na styku dvou zakázek. V tom případě již s pásmem nevystačíme a je nutné použít k zaměření totální stanici. Také se lze setkat se situací kdy je část mapy neúplná nebo zcela chybí. Situace, kdy použijí totální stanici, v podstatě odpovídají novému mapování. Proto jsou takové prostory nazývané dle [3] prostory přímého měření a mohou si za ně účtovat vyšší sazbu.

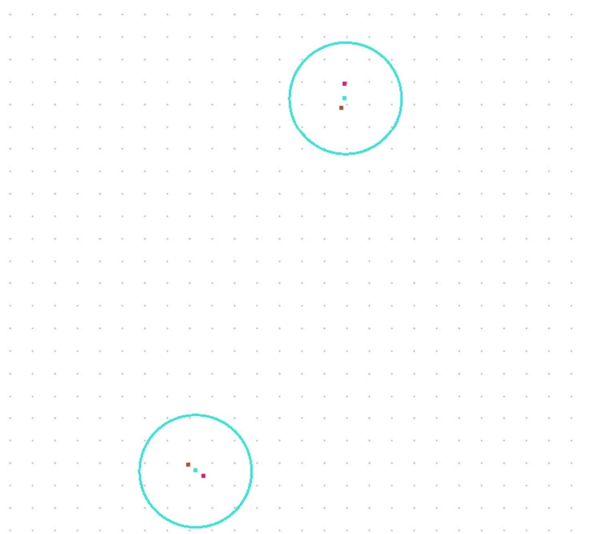
4.3 Aktualizace kresby dle terénního šetření

Na základě zjištěných změn zaznamenaných v kontrolní kresbě se přistupuje k editaci aktualizacího výkresu.

4.3.1 Prostory přímého měření

Nejprve je vhodné začít se zpracováním přímého měření. Je nutné zjistit, zda výpočet měřické sítě, výpočet podrobných bodů a kontrola přesnosti odpovídají požadavkům na přesnost. Aplikací *Natah.dll*, natáhneme kódovaný seznam podrobných bodů včetně kresby do aktualizacího výkresu. Kontrolu odchylek na identických bodech provedeme vizuálně s pomocí barevných histogramů, které vytvoří aplikace *Detektiv.dll*.

Odstraníme kresbu a body, které již nejsou aktuální. Při nahrazení starší situace, která je ovšem stále aktuální, nesmíme odstranit výšky a body původního měření. Ponechání těchto bodů a výšek slouží pro kontrolu dalších zaměření. Například pokud se tři nezávislá zaměření shodují v rámci dovolených odchylek, ale čtvrté je mimo, je pravděpodobné, že nebude správně.

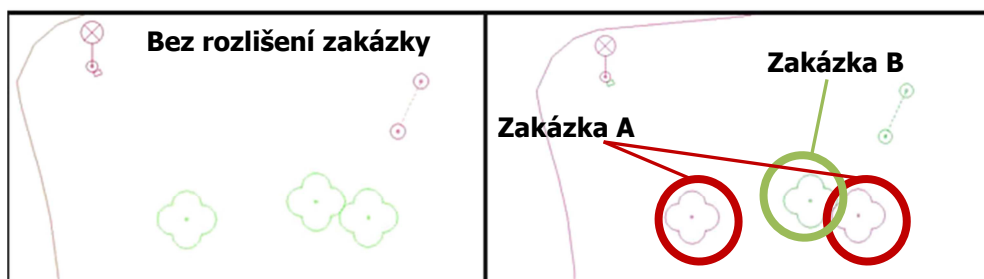


Obr. 9 Šoupě vodovodní zaměřené v rámci více zakázek

4.3.2 Prostory lokálních změn

Jde o místa, která nevyžadují plošné přeměření a jsou měřena pásmem. Postupuje se podle náčrtů a poznámek v kontrolní kresbě, které byly tvořeny v terénu. V podstatě jde o dvě činnosti a to odstranění neexistujících entit a doplnění nových.

Při doplňování nových entit je nebezpečné používat nástroj pro převzetí vlastností prvků nebo kopírování prvků. Například potřebuji zakreslit nový strom. Jelikož pracuji v již existující mapě, nabízí se nakopírovat si buňku stromu z blízkého okolí. Pokud mám situaci zobrazenou dle barev jednotlivých entit, je buňka stromu atributově zcela v pořádku. Chybu odhalí až přebarvení výkresu podle zakázek, popřípadě zobrazení vlastností buňky. Kopii se přenáší nejen grafické vlastnosti, ale i negrafické atributy (například informace o zakázce). Mnou nakreslená buňka, která reprezentuje skutečnou situaci v roce 2013, by potom náležela do zaměření např. z roku 1995.



Obr. 10 Odlišené zakázky

Kresba se doplňuje pouze pomocí grafických nástrojů. Nově vzniklé body nejsou v kresbě reprezentovány tečkou, jako je tomu u bodů určených například polární metodou.

Při práci je vhodně postupovat opět systematicky po uličních čarách a zvýrazňovačem odškrtnávat provedené změny. Zvýrazněním již provedených změn je nutné, aby bylo jasné vidět, co je již v aktualizacním výkresu realizováno.

Při řešení prostorů lokálních změn se většinou řeší i poznámky, které vznikly při nejasnostech v přípravné fázi reambulace.

4.4 Realizace změn v databázi

Jde o poslední krok při reambulaci DTMM. Doposud jsou všechny změny, které byly provedeny, pouze v aktualizacním výkresovém souboru. Uživatelé databáze pracují stále s nezměněnou kresbou. Samotná realizace se sestává z několika kroků. Vše směřuje k aktuální, topologicky a atributově čisté situaci v databázi.

4.4.1 Topologické a atributové kontroly

Topologické kontroly se provádí vždy několikrát opakovaně, neboť některé opravy způsobí nové chyby. Zde bych se zastavil u kontroly výšek, speciálně u kontroly jejich vztažného bodu. Pokud pracujeme s mapou, většinou vrstvu výšek vypínáme. Při mazání již neexistující kresby se musí mazat i tečky reprezentující polohu bodů. Po odmazání bodů můžeme zapnout vrstvu s výškami a odmazat i výšku. Problém vzniká v místech, kde je hodně bodů na malém prostoru. Výběr správné výšky je takřka nemožný a časově náročný. Je výhodnější výšky v průběhu práce nemazat. Při kontrole jsou tyto výšky odhaleny, protože nemají vztažný bod a lze je jednoduše hromadně odstranit.

Datová struktura projektu je definována v negrafické tabulce databáze *GS_ETALON*. Nástrojem *ProjectDraw* je tato struktura udržována a zároveň využívána pro kreslení. Obsah tabulky *GS_ETALON* lze uložit i pro práci offline do souboru **.xml*.

Při práci v programu *GeoStore V6* je zajištěno kreslení správnými atributy volbou příslušného definičního souboru **.xml* na začátku kreslení.

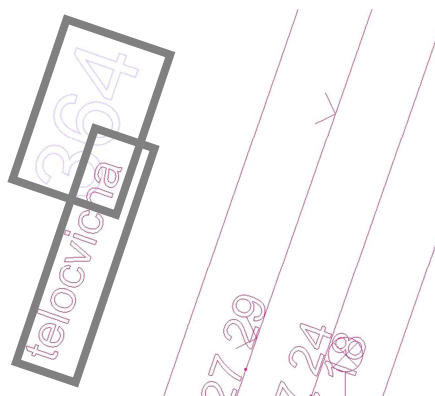
Při kreslení entit vybíráme ze stromové architektury požadovanou náplň. Struktura DTMM obsahuje více než 3000 položek, proto jsou pro nejběžnější náplň vytvořeny uživatelské panely s ikonami. Kliknutí na ikonu je spouštěna příslušná položka nástroje *ProjectDraw*.



Obr. 11 Panely kreslení

4.4.2 Ostatní kontroly

Pod toto označení spadá především kontrola čitelnosti textů. Před kontrolou doporučuji nejprve provést natočení výšek a odsunutí části z nich do netisknutelné vrstvy. Většina chyb v čitelnosti se odstraní před samotnou automatizovanou kontrolou. Automatizovaná kontrola je nastavena, aby prohledávala předem definované okolí textu, a případné kolize s jiným textem hlásí jako chybu.



Obr. 12 Kolize textů

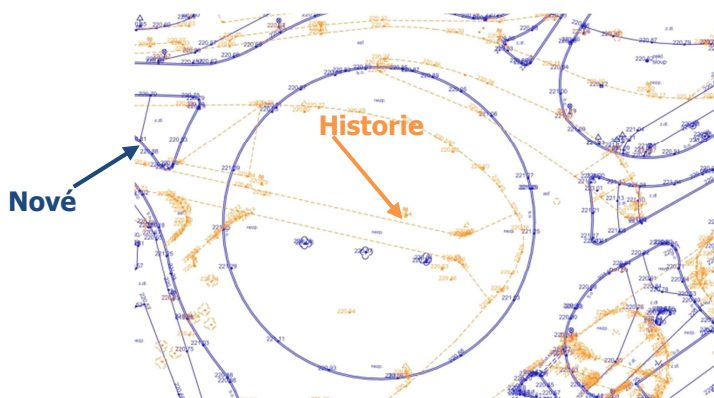
4.4.3 Porovnávací export

Stavová logika prvků v aktualizacím souboru vzhledem k databázi

Stav prvku určuje, jaká akce bude při importu do databáze s prvkem provedena.

Rozlišujeme následující stavy prvků:

- Nový: všechny prvky, které se v databázi nevyskytují a při importu budou vloženy-insert.
- Původní: všechny prvky, které v aktualizacím souboru zůstaly nezměněny (nezměnil se jejich kontrolní součet).
- Modifikovaný: původní prvky, které byly nějakým způsobem editovány (změnil se jejich kontrolní součet).
- Do historie: všechny prvky, které jsou pro import do databáze označeny pro odstranění- delete z aktivní tabulky a vložení- insert do historické tabulky.
- Smazaný: v případě importu bude prvek odstraněn- delete (nevstoupí do historické tabulky).
- Neplatný: při vzniku duplicity ID



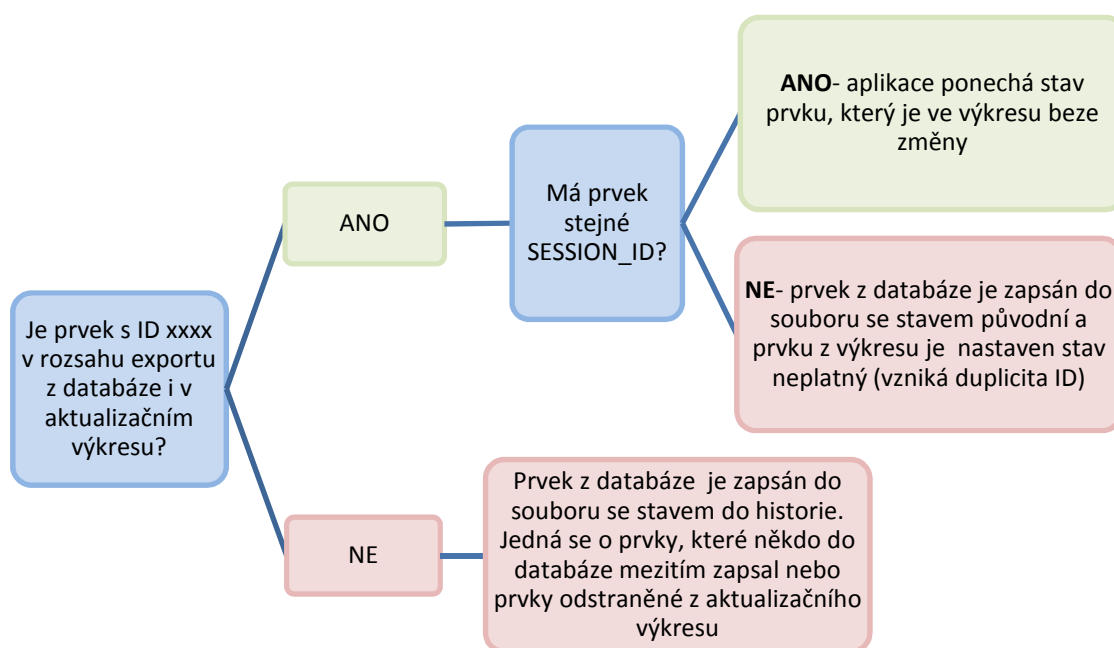
Obr. 13 Zobrazení dle stavu prvků

Porovnávací export je nástroj, který umožňuje aktualizaci mapy formou dlouhodobé optimistické transakce. Ta je založená na předpokladu, že se stav databáze v průběhu práce na aktualizacím výkresu nezměnil. V praxi dochází často k případu, že překrývající se území jsou vydána do více aktualizacích souborů více firmám v jednom časovém období. První realizace je potom relativně bezproblémová. Při realizaci další zakázky musíme očekávat komplikace.

Porovnávací export

Porovnávací export slouží k porovnání aktualizací souboru se stavem uloženým v databázi. Díky tomu lze získat informace o případných změnách provedených v databázi po dobu reambulace prostřednictvím jiných zakázek.

Databáze odešle všechny prvky v rozsahu exportu pro porovnání s prvky v aktualizacím výkresu. Aplikace *Archiv.dll* [7] prvky porovnává a nastavuje případně mění prvkům jejich stav podle následující logiky:



Obr. 14 Logika pro změnu stavu prvku

Informace o průběhu porovnávacího exportu se zapisují do souboru *.atr. V souboru jsou zapsány i prvky s vyšším SESSION_ID než moje, mohu si zjistit, které zakázky po dobu zpracování reambulace na řešeném území v databázi přibýly. Po skončení porovnávacího exportu je důležité zkontrolovat především prvky se stavem do historie a prvky se stavem neplatný. Občas dojde k nechtěnému odmazání části kresby nebo se v databázi objeví nová zakázka. Případné chybně odmazané prvky se stavem do historie lze nastavit na stav původní.

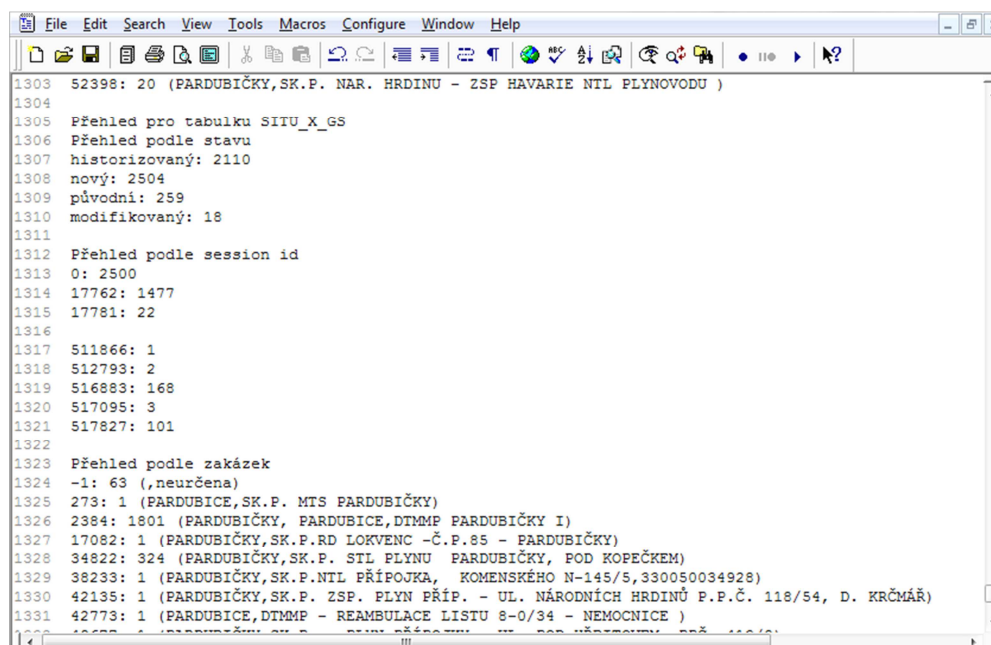
Musíme zkontrolovat, především okraje řešeného území. Jde o to, abychom odstranili chyby způsobené modifikací nebo odmazáním původních prvků. Nová nebo modifikovaná kresba musí navazovat na bezešvý obsah databáze.

Doba práce s mapou mimo databázi se může pohybovat v řádu několika týdnů (i měsíců). V tomto časovém období může dojít ke změně v obsahu databáze. To znamená, že se v databázi objeví zaměření s vyšším SESSION_ID. V takové případě musíme toto zaměření vybrat a změnit stav do historie na původní. Je nutné vyřešit jeho využití v mnou navrhované podobě mapy. Po vyřešení tohoto problému musíme znovu spustit topologické kontroly.

4.4.4 Import dat do databáze

Pokud nejsou nastaveny uživatelské negrafické atributy (ZAKAZKA, MAJITEL), upozorní nás na tuto skutečnost automatická kontrola. Dále je automaticky spuštěna kontrola duplicit ID. Automaticky běží kontrola dodržení datového modelu.

Pokud jsou kontroly úspěšné, je spuštěn import. Při importu jsou prvky vloženy- insert, odstraněny- delete, aktualizovány- update. Nakonec mají všechny prvky stav původní a všechny prvky mají ID. Po dokončení importu se zapíše informace opět do souboru *.atr.



```
1303 52398: 20 (PARDUBIČKY,SK.P. NAR. HRDINU - ZSP HAVARIE NTL PLYNOVODU )
1304
1305 Přehled pro tabulku SITU_X_GS
1306 Přehled podle stavu
1307 historizovaný: 2110
1308 nový: 2504
1309 původní: 259
1310 modifikovaný: 18
1311
1312 Přehled podle session id
1313 0: 2500
1314 17762: 1477
1315 17781: 22
1316
1317 511866: 1
1318 512793: 2
1319 516883: 168
1320 517095: 3
1321 517827: 101
1322
1323 Přehled podle zakázek
1324 -1: 63 (,neurčena)
1325 273: 1 (PARDUBICE,SK.P. MTS PARDUBIČKY)
1326 2384: 1801 (PARDUBIČKY, PARDUBICE,DTMPP PARDUBIČKY I)
1327 17082: 1 (PARDUBIČKY,SK.P.RD LOKVENC -Č.P.85 - PARDUBIČKY)
1328 34822: 324 (PARDUBIČKY,SK.P. STL PLYNU PARDUBIČKY, POD KOPEČKEM)
1329 38233: 1 (PARDUBIČKY,SK.P.NTL PŘÍPOJKA, KOMENSKÉHO N-145/5,330050034928)
1330 42135: 1 (PARDUBIČKY,SK.P. ZSP. PLYN PŘÍP. - UL. NÁRODNÍCH HRDINŮ P.P.Č. 118/54, D. KRČMÁŘ)
1331 42773: 1 (PARDUBICE,DTMPP - REAMBULACE LISTU 8-0/34 - NEMOCNICE )
```

Obr. 15 Soubor *.atr

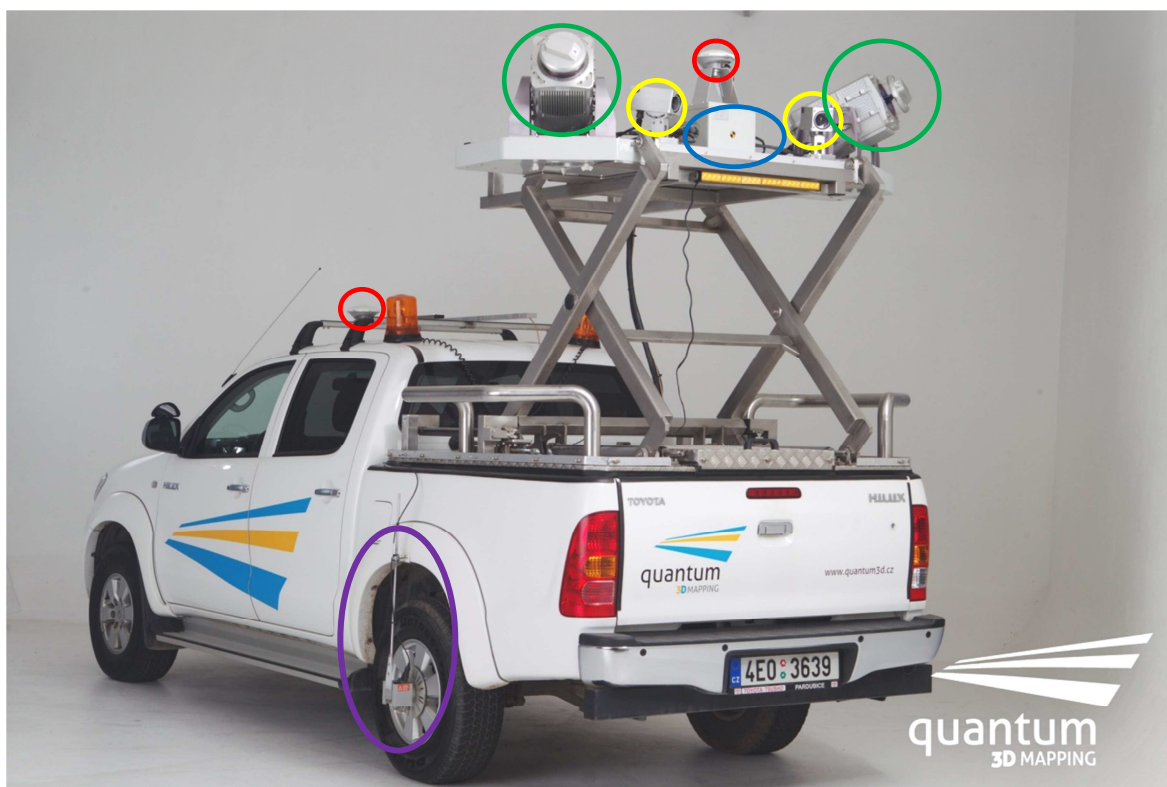
5. Lynx Mobile Mapper

Pro zadanou práci jsem naměřená a zpracovaná data obdržel. Nicméně základní popis měřicího systému, technologie sběru dat a zpracování dat zařazuji i do své práce. Pochopení těchto základních věcí je výhodou při vyhodnocování naměřených dat.

Sběr dat pro reambulaci DTMM byl proveden mobilním mapovacím systémem *Lynx Mobile Mapper* od kanadského výrobce *Optech*. Celý systém je namontovaný na speciálně vyrobenou konstrukci, která je osazena na terénní automobil *Toyota Hilux*.

Celý systém je složen z těchto částí:

- Přijímače signálu GNSS ———
- Inerciální měřicí jednotka IMU ———
- Rotační laser skenery ———
- Kamery ———
- Řídící jednotka: ta je umístěna uvnitř vozu
- Odometr: měří ujetou vzdálenost a rychlost ———



Obr. 16 Lynx Mobile Mapper

Každý skener je schopen skenovat s frekvencí až 250000 pulzů/s a zaznamená až čtyři odrazy z jednoho pulzu.

5.1 Technologie sběru dat

Při měření s MMS je nejdůležitější pokud možno stálý příjem signálu GNSS. Při měření lze přijímat korekce z permanentních stanic sítě např. CZEPOS. Nebo lze provádět statické měření GNSS aparaturou umístěnou na základně v blízkosti zájmové lokality. Po příjezdu na lokalitu se nejprve zařízení uvede do provozního stavu. To znamená zdvižení platformy s měřicími zařízeními.



Obr. 17 Pozice pro transport a pro mapování

Příprava měření

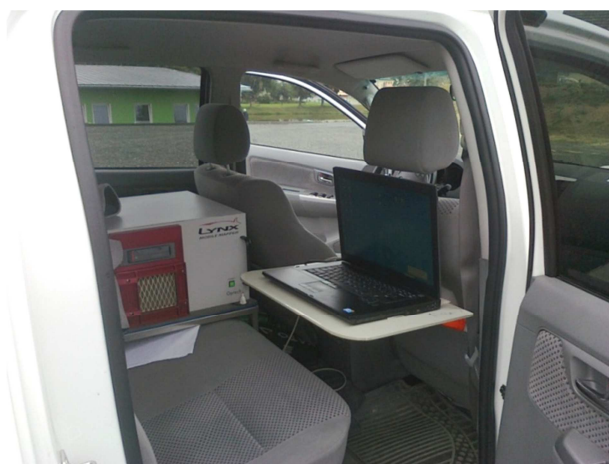
Operátor spustí přijímání signálu GNSS. Je nutné spustit přijímání ještě před měřením, aby mohlo dojít k inicializaci. Od tohoto okamžiku bude zaznamenávána 3D trajektorie měřicího systému. Záznam trajektorie jízdy je klíčový, protože na ni navazuje výpočet 3D polohy každého skenovaného bodu i výpočet polohy snímků pořízených kamerami. Dále se provede kontrolní spuštění skenerů a kamer. Tím se ověřuje, jestli dochází k ukládání dat ze všech zařízení. Podle kontrolních snímků kamer se upraví jas a kontrast. U skenerů se nastaví frekvence měření a maximální vzdálenost, po kterou se budou odrazy zaznamenávat.

Měření

Sběr dat pomocí MMS se provádí najetím pásů (tzv. strip). Strip je úsek jízdy ohraničený zapnutím a vypnutím skenerů a kamer. Jelikož je měřicí aparatura namířena zpět po směru jízdy je nutné do některých ulic nejprve nacouvat. Po najetí do ulice, kterou chceme změřit, musíme počkat, až se vlivem předešlé jízdy ustálí charakteristiky přesnosti určení 3D polohy. Vše sleduje na obrazovce operátor, na jeho pokyn se zároveň se spuštěním měření řidič rozjede a plynulou jízdou se naměří jeden strip.

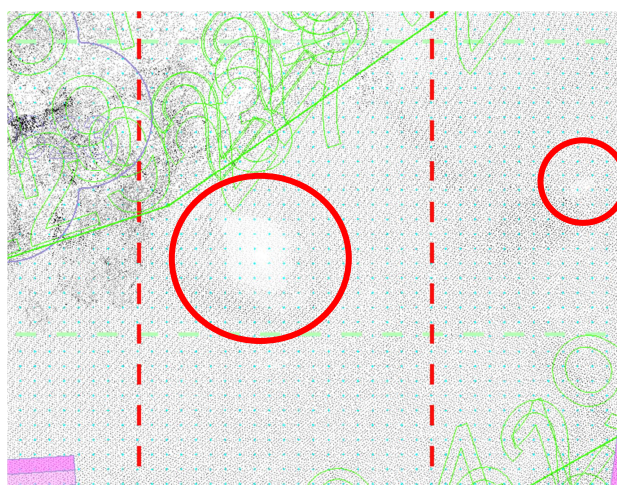
Rychlost a plynulost jízdy má vliv na hustotu mračna bodů. Čím pomalejší jízda, tím je mračno bodů hustší a naopak. Různá hustota mračna bodů je patrná také při průjezdu zatáčkami. Zde dochází vlivem větší úhlové rychlosti vnějšího skeneru k řidnutí mračna. Naopak skener na vnějším oblouku dráhy vyprodukuje hustší mračno. Redukce hustoty mračna bodů spolu s odstraněním odrazů od okolní dopravy se provádí v postprocesingu.

V průběhu jízdy kontroluje operátor stále charakteristiky přesnosti určení 3D polohy a tok dat do záznamového zařízení. Pokud dojde k závadě např. zhoršení kvality 3D polohy, je nutno zastavit a počkat až se charakteristiky přesnosti zlepší. Poté se problematický úsek zaměří znovu.



Obr. 18 Pracoviště operátora

Měření je možné provádět i v noci, ovšem bez obrazových dat z kamer. Měření nelze provádět v hustém dešti ani těsně po něm. Dešťové kapky znehodnocují měření a vodní kaluže silně pohlcují vysílané světelné paprsky. Sněhová pokrývka je také nežádoucí, neboť nejsme schopni následně správně vyhodnotit výškopis.



Obr. 19 Vodní kaluže v mračnu bodů

5.2 Zpracování naměřených dat

Výpočet trajektorie jízdy

Nejprve je nutné spočítat trajektorii jízdy. Pokud se výpočet nezdaří, nelze provádět další výpočty a celé měření se musí opakovat. Výpočty trajektorií byly provedeny v softwaru *POSPac MMS* od firmy *Applanix*. Trajektorie zaznamenaná mobilním mapovacím systémem je při výpočtu zpřesňována daty získanými ze sítě permanentních stanic GPS (v našem případě CZEPOS) nebo ze statického měření na základně. Každá trajektorie má z výpočtu určenou i svou 3D kvalitu. V praxi se vypočtené trajektorie jízdy zobrazí ve výkresovém souboru, kde je jejich různá 3D kvalita reprezentována barvami. Při spojování mračen bodů se snažíme části mračen bodů z nepřesnějších trajektorií nahrazovat ekvivalentními částmi mračen bodů určených z přesnějších trajektorií.

Mračna bodů

Spočtená trajektorie jízdy se spojí se surovými daty ze skenerů. Ke spojování byl použit software *DASHMap Survey Suite* od firmy *Optech*. Výsledkem jsou mračna bodů v souřadnicovém systému UTM. Každý bod z mračna si s sebou nese informace o své 3D poloze (souřadnice XYZ) a GPS čas. Časový údaj se váže k okamžiku, kdy byl bod zaměřen.

Nyní máme k dispozici surová mračna bodů. Široká ulice se zaměřuje najetím ze dvou směrů (tam a zpět). To znamená je složena ze dvou pásů (strip) a každý strip je zaznamenáván oběma skenery. Výsledkem jsou čtyři mračna bodů, která jsou vlivem různých přesností trajektorií a špatnou kalibrací skenerů, vůči sobě lehce posunuta. Všechna čtyři mračna je nutné spojit v jeden celek, proces spojování mračen se nazývá *matching*.

Spojování mračen bodů

Ke spojování mračen bodů byl použit software firmy *Terrasolid*. Konkrétně pro zobrazení mračen v *MicroStationu* slouží MDL aplikace *TerraScan*. Aplikace umožňuje zobrazit mračna v různých barvách, což usnadňuje orientaci při spojování. Aplikace *TerraMatch* slouží ke spojování jednotlivých mračen a k transformaci na identické body.

Spojování mračen bodů probíhá nejprve v rovině XY. Začíná se spojením mračen bodů z obou skenerů pořízené při jednom stripu. Na úseku, který zajišťuje kvalitní GPS signál a dostatek jednoznačně identifikovatelných bodů, se provede kalibrace laserových senzorů. Spočtené odchylky se aplikují na všechna ostatní mračna, čímž se vyrovnají drobné difference v geometrickém uspořádání senzorů. Jednotlivé stripy se spojují opět přes jednoznačně identifikovatelné body. Je vhodné volit body blíže trajektorii jízdy, které jsou určeny přesněji. Nevhodné jsou body změřené při najetí oblouku, které mají zhoršenou přesnost. Přesnost je zhoršena hlavně vlivem náklonu automobilu v zatáčce, se kterými se musí IMU vypořádat. Jednoznačně identifikovatelné body se volí po intervalu 20-50 m.

Po spojení mračen v rovině XY je třeba je spojit i výškově. Výškové spojování se děje automatizovaně. Program spojuje mračna bodů pomocí řezů prokládaných v rovině kolmé na trajektorii jízdy.

Editace mračen bodů

V této chvíli lze odstranit přebytečné body z mračen. Tyto body jsou automaticky ředěny programem na základě hodnot GPS časů. Zastaví-li auto například na semaforech, skenery stále měří a body měřené při zastávce mají podobnou hodnotu GPS času. Dále se odstraňují odrazy od dopravních prostředků, které se pohybují většinou v době měření na komunikaci. Pohybující se vozidlo vytvoří na mračnu bodů snadno detekovatelnou stopu. Jedná se v podstatě o řídký pás bodů nad vozovkou, který se manuálně odstraňuje.

Pro další práce lze mračna bodů využívat tak, jak je produkuje skener. Jedná se o zobrazení mračen bodů na základě intenzity odrazivosti. Nebo je možnost mračna obarvit. Obarvování mračen bodů znamená spojení dat ze skenerů s daty z kamer. Při obarvování je největším problémem rozdílný úhel snímání kamer a skenerů. Obarvování mračen bodů je obtížná úloha, která se řeší opět na základě porovnávání GPS časů jednotlivých snímků a GPS časů mračen bodů. Pro vyhodnocování mračen bodů je obarvení nepodstatné. Naopak může dojít při obarvování k lokálním posunům mračen oproti fotografii. To má za následek špatně vyhodnocené prvky polohopisu. Zvláště v zástavbě je obarvování časově náročné a výsledná data nejsou podle mého názoru kvalitnější než data zobrazená v intenzitě odrazivosti.



Obr. 20 Obarvené mračno bodů

Všechny předchozí operace s daty probíhaly v implicitním souřadném systému UTM. Body si s sebou nesou stále i informaci o GPS čase. Pro vyhodnocování dat se mračna bodů převádí do požadovaného souřadnicového systému. Transformací se ztratí informace o GPS čase, proto se transformace provádí až nakonec.

Kontrola přesnosti

Polohová a výšková přesnost naměřených dat se ověřuje dvěma způsoby. Máme-li v místě měření k dispozici mapu situace v požadované přesnosti, porovnáváme souřadnice z mračna bodů se souřadnicemi jednoznačně identifikovatelných bodů mapy. Většinou ale není podkladová mapa v místě měření dostupná. V tom případě se zaměří vybrané jednoznačně identifikovatelné body podél trasy měření jinou metodou. Jestliže přesnost neodpovídá požadavkům, je možné mračna bodů na jednoznačně identifikovatelné body transformovat.

Práce se spojenými mračny bodů je extrémně náročná hlavně na hardware. Z toho důvodu se mračna rozdělují na menší části. Vyhotoví se přehledka kladu mračen bodů a výstupy se předají k dalšímu zpracování.

6. Reambulace DTMM s využitím MMS

Obecné postupy a zásady při reambulaci DTMM byly již vysvětleny v předchozí kapitole. V zásadě je největším rozdílem forma naměřených dat. Tato kapitola je zaměřena především na problematiku interpretace těchto dat. Problém vyhodnocování dat je ilustrován na typických situacích. V rámci přehlednosti je kapitola členěna podobně jako kapitola 4. *Reambulace DTMM „klasickým“ způsobem*. Závěrečným srovnáním obou metod je věnována kapitola 7. *Porovnání metod reambulace*.

6.1 Přípravná fáze

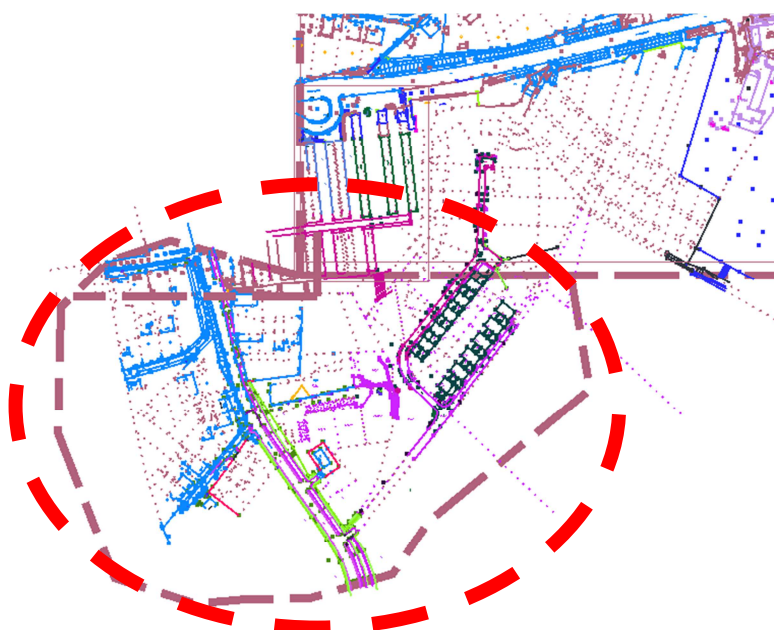
Práce s mračny bodů nevyžaduje tak důkladné přípravy. Je to dáno především tím, že již nepotřebujeme měřit v terénu, tudíž není potřeba vytvářet kontrolní kresbu. Samozřejmě základní úkony před reambulací je třeba vykonat. Jelikož byly již detailně popsány v kapitole 4.1 *Přípravná fáze*, vyjmenuji je zde pouze heslovitě s případnou poznámkou.

- *Vyhotovené aktualizacího výkresu*
- *Tvorba seznamu zakázek*
- *Topologické kontroly výkresu*: není potřeba provést, netiskne se kontrolní kresba.
- *Předběžné čištění kresby*: není nutné provádět při přípravné fázi. Případné body trasy podzemního vedení lze řešit v průběhu vyhodnocování mračen bodů. Při konfrontaci s mračnem bodů lze tyto body pohodlně identifikovat a odstranit.
- *Aktualizace podkladů přebíraných území*: postačí vykonat bez dodatečného napojení na prostory přímého měření. Napojení je výhodnější realizovat i s využitím mračna bodů.
- *Reambulace přebíraných území*: díky výšce umístění skenerů a kamer je pořízeno mračno bodů často i v prostorech vnitrobloků a zahrad. Opět ponecháme tento krok až na práci s mračny
- *Kontrolní kresba*: před samotnou reambulací se netiskne. Mohou nastat případy, které nelze jednoduše řešit analýzou pořízených dat. Jedná se především o prostory chybějícího mračna bodů nebo nejednoznačné situace. Pro terénní šetření se vyhotovují již jenom lokální náčrty.

6.2 Terénní práce

Terénní práce jsou popsány v části 5.1 *Technologie sběru dat*. Popřípadě se terénní práce ještě rozšiřují o rekognoskaci a zaměření prostorů nezaznamenaných skenerem. V mém konkrétním případě se jednalo o prostor garáží u sídla Zdravotnické záchranné služby Pardubického kraje. Změny v polohopisu byly domapovány na podkladě náčrtů.

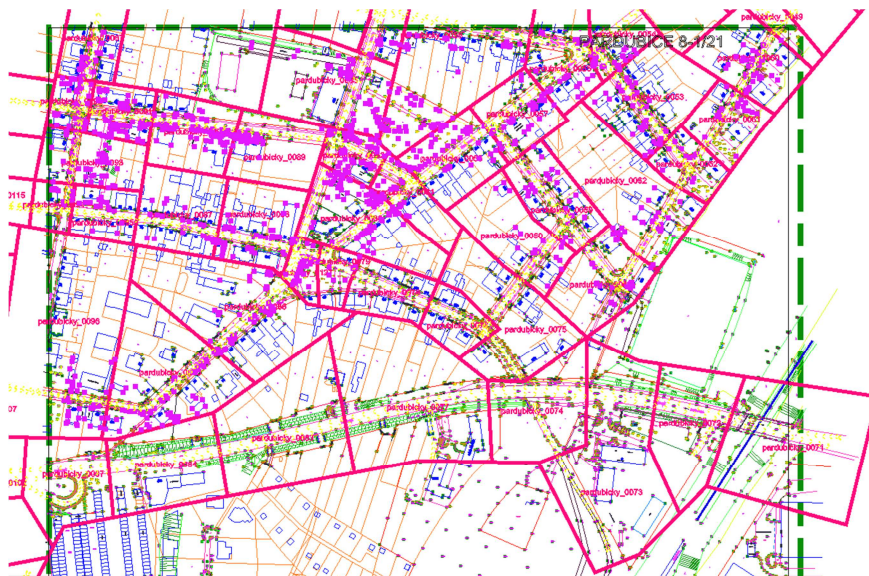
Z důvodu absence polohopisu a výškopisu v prostoru ulice Za Kopečkem bylo dodatečně naskenováno i území se zástavbou mimo mapový list Pardubice 8-1/21. Reambulované území bylo zvětšeno o 7,3 ha do prostoru listů Pardubice 8-1/23 a Pardubice 8-1/14.



Obr. 21 Rozšíření reambulovaného území

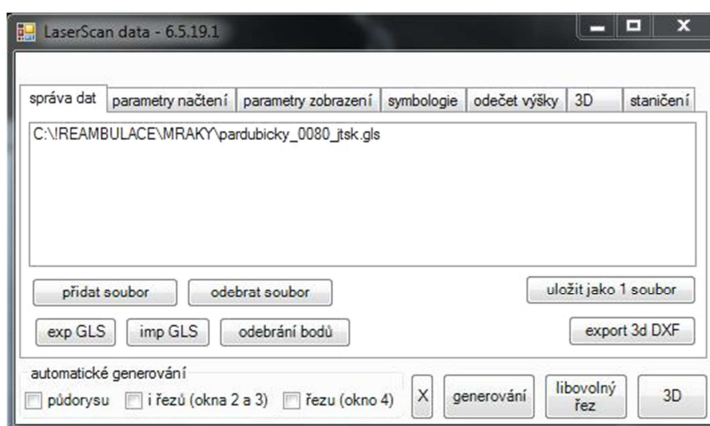
6.3 Vyhodnocení mračen bodů

Po obdržení výstupů z měření (snímky z kamer, mračna bodů, přehledka mračen bodů) začíná podstatná část reambulace s využitím MMS. Vyhodnocování mračen bodů probíhá opět v softwaru *GeoStore V6*, charakteristika tohoto softwaru je obsažena v kapitole 1. *Software GeoStore V6*. Speciálně pro potřeby vyhodnocování dat z laserových skenerů slouží DLL aplikace *LaserScan data*.



Obr. 22 Přehledka mračen bodů

6.3.1 LaserScan data



Obr. 23 Okno aplikace LaserScan data

Začneme výběrem požadovaného mračna bodů podle přehledky. Standardně jsou mračna bodů soubory s příponou *.las. Limitní velikost pro bezproblémovou práci s mračnem bodů je dána parametry PC, na kterém vyhodnocování probíhá. Parametry konkrétního PC, které sloužilo pro vyhodnocování v mém případě, ukazuje *Obrázek č.24*.

Základní informace o počítači

Verze systému Windows

Windows 7 Professional
Copyright © 2009 Microsoft Corporation. Všechna práva vyhrazena.
Service Pack 1
[Získat více funkcí s novou edicí systému Windows 7](#)



Systém

Výrobce:	Triline
Model:	Triline
Hodnocení:	Index uživatelských zkušeností se systémem Windows je třeba obnovit.
Procesor:	Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30GHz 3.30 GHz
Nainstalovaná paměť (RAM):	4,00 GB (použitelné: 3,49 GB)
Typ systému:	32bitový operační systém
Pero a dotykové ovládání:	Pro tento displej není k dispozici zadávání perem ani dotykové ovládání.



Obr. 24 Základní parametry použitého PC

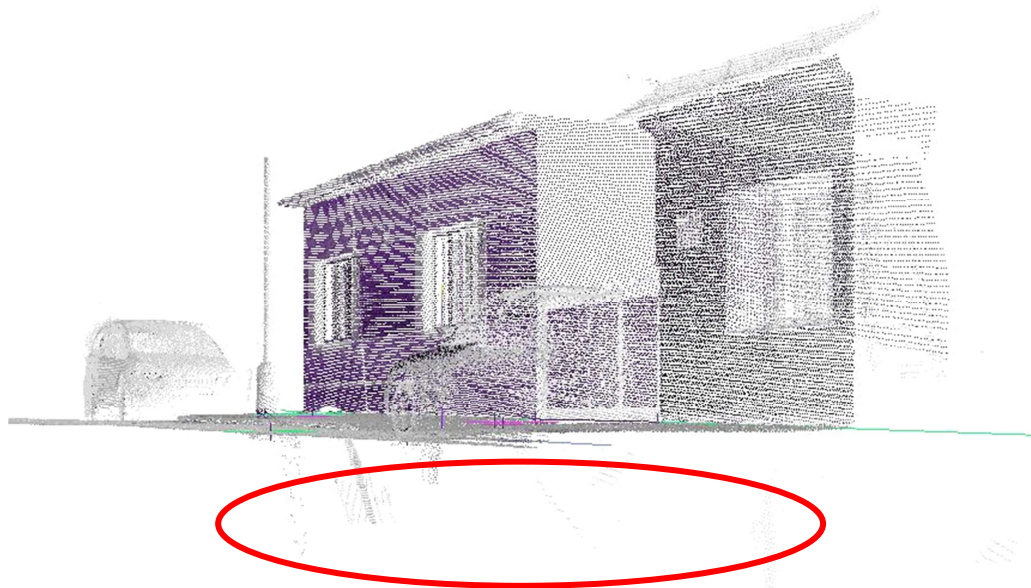
Pro zmenšení objemu vyhodnocovaných dat lze mračno rozdělit na několik menších. Problémy přináší neustále přepínání mezi mračny na jejich styku. Druhou možností je převést mračno bodů na soubor typu *.gls. Po převodu ztratí mračno bodů některé informace (např. informace o pořadí odrazu), což má za následek snížení jeho velikosti. Převod nijak nesníží hustotu mračna bodů, jeho přesnost nebo schopnost mračno bodů vyhodnocovat.

Úprava zobrazení mračna bodů

I po převodu má mračno bodů značnou velikost a obsahuje i body pro vyhodnocování nevyhovující. Jednoduchými operacemi se zobrazením mračen bodů lze zátěž PC snížit na minimum. Mračno lze ořezat výškově, odebrat vybrané body a ředit množství bodů. Ředění mračna bodů jsem nevyužil. Prostorové odebrání vybraných bodů provedeme označením části mračna bodů ohradou. Možnost prostorového odebrání bodů jsem využil například na hranici reambulovaného území. Kdy si odebereme část mračna zasahující mimo zájmové území.

V podstatě vždy se mračno bodů ořezává výškově. Pro vyhodnocování mapy stačí pouze nízký pruh mračna bodů. Spousta bodů převážně nad terénem je nadbytečná (koruny stromů, nadzemní podlaží budov, atd.). Při vyhodnocování shora viditelných částí budov bez styku s terénem je potřeba pruh mračna výškově opět rozšířit.

Mračna bodů často obsahují body, které jsou výsledkem falešných odrazů. Jde o body vyskytující se v prostoru volné oblohy a body pod úrovní terénu. Jejich počet není nijak velký, ale způsobují problémy při celkovém zobrazení mračna bodů v 3D okně.



Obr. 25 Falešné odrazy pod budovami

Ostatní nastavení

Mezi ostatní nastavení patří především nastavení názvu tabulky a RC pro vyhodnocované body a výškové kóty. Také je možné nastavení různých grafických atributů pro tyto entity. Vše směřuje opět k lepšímu přehledu a orientaci v kresbě. Snadno lze rozlišit bod určený vyhodnocením z mračna od původních bodů (SITU_B_GS). Výškové kóty vyhodnocených bodů jsou umístěné v odlišné tabulce. Nejsou závislé na vypínání/ zapínání tabulky pro původní výšky (SITU_V_GS). Více o tabulkách viz 4.1.1 *Vyhotovení aktualizací souboru*. Nové tabulky jsou:

- LASER-V: pro kóty výšek
- LASER-B: pro tečky bodů, které reprezentují polohu bodů

Obr. 26 Nastavení symbolologie

6.3.2 Varianty vyhodnocování mračen bodů

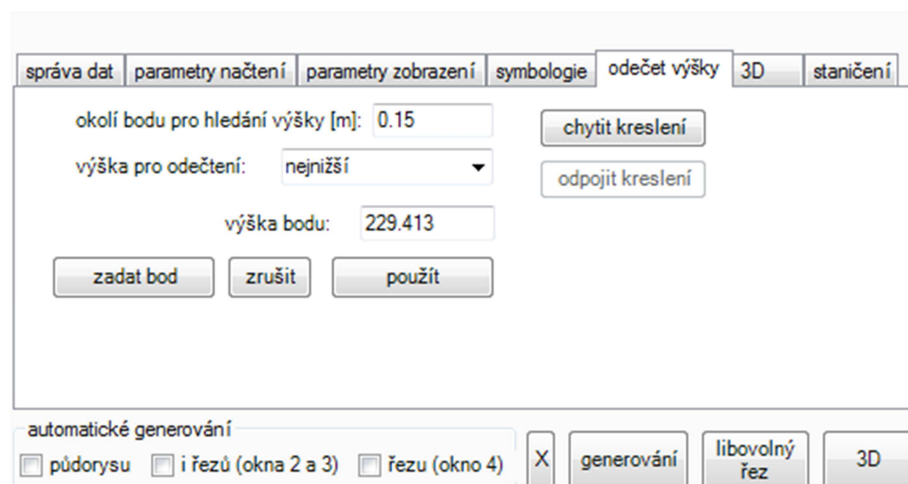
Obecně se začíná nastavením zobrazení podkladové kresby (pokud existuje). Snadnější orientace v mračnu bodů docílíme zvýrazněním kresby mapy v aplikaci *ADisplej.dll*. Husté mračno potlačuje původní kresbu situace, což vyřeší zvětšení tloušťky entit původní kresby.

Vyhodnocování v libovolných řezech

Aplikace *LaserScan data.dll* nabízí v podstatě tři možné postupy vyhodnocování. Prvním z nich je využití libovolných řezů mračnem. Vyhodnocování v libovolných řezech je nejefektivnější postup pro tvorbu profilů terénů a komunikací. V mém případě jsem jej nevyužil, neboť nebylo zapotřebí nově mapovat například úsek komunikace.

Vyhodnocování v půdorysu

Další variantou je vyhodnocování mračen bodů v půdorysu. Před vyhodnocováním mračen v půdorysu je třeba provést na nastavení odečtu výšky.



Obr. 27 Nastavení odečtu výšky

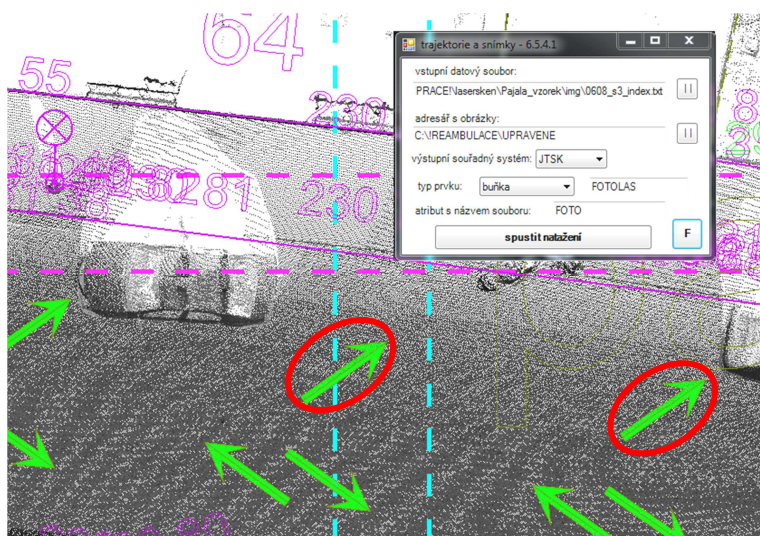
Na kartě odečet výšky nastavíme parametry pro automatické odečítání výšek. Vyhodnocování můžeme provádět zadáváním jednotlivých bodů (tlačítko *zadat bod*), výšku bodu lze dodatečně editovat. Takto nakreslené body dále spojíme linií o zvolených attributech nebo na ně umístíme příslušnou buňku. Jiná varianta spočívá ve zvolení obsahu kreslení předem. Stiskem tlačítka *chytit kreslení* se v mračnu bodů vyhodnotí bod, ze kterého se táhne zvolená linie nebo se na něj umístí buňka. Kreslení pokračuje volbou dalších bodů na linii nebo umístováním dalších buněk. Tlačítkem *odpojit kreslení* se režim ukončí.

Vyhodnocování v 3D okně

3D okno slouží pro zobrazení mračna bodů v režimu 3D a umožňuje jej libovolně otáčet. Vyhodnocování v 3D okně považuji osobně za nejlepší variantu. Především z důvodu kontroly výšek vyhodnocených bodů. O této problematice dále v části 6.4.1 *Řešení chybného výškopisu*. Postup využívající 3D okno spočívá v určení bodů v 3D okně a jejich následné spojení libovolnou linií nebo umístěním buňky v půdorysu.

6.3.3 Postup při vyhodnocování mračen bodů

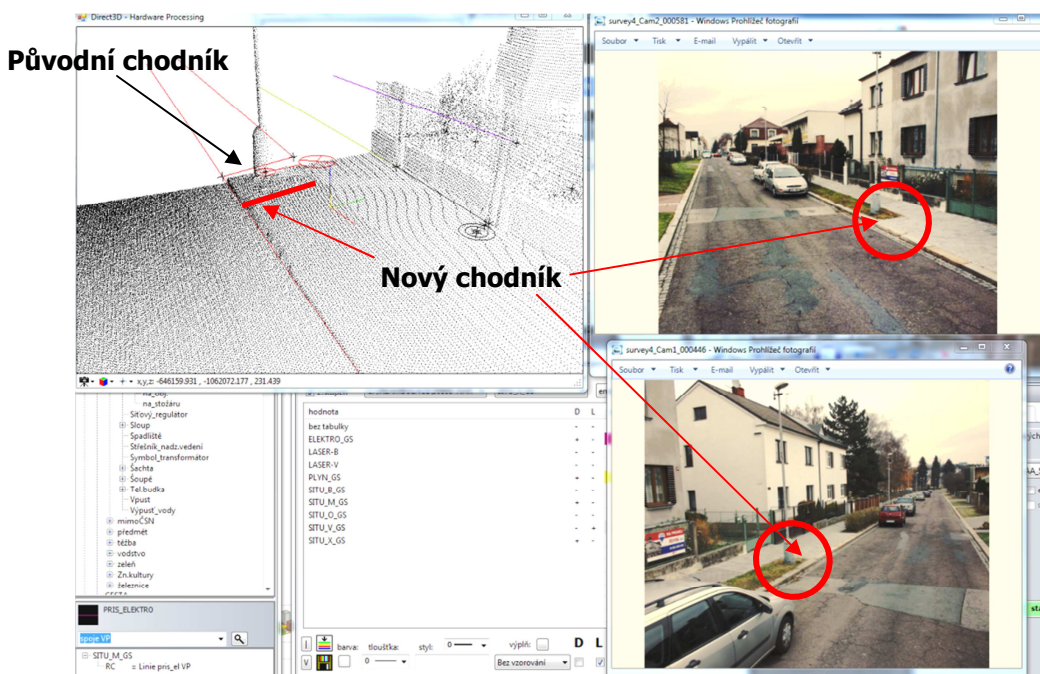
Pro efektivní vyhodnocování mračen bodů je nutné hledat souvislosti mezi podkladovou kresbou, mračnem bodů a fotografiemi z měřických kamer. Vyhodnocované místo prohlédneme na fotografiích, zájmové objekty lokalizujeme v mračnu bodů a vyhodnotíme. Zelené šipky na obrázku *Obr. 28 Odkazy na snímky z kamer* jsou buňky, které poskytují informace o místě pořízení snímku a o jeho orientaci vzhledem k trajektorii jízdy. Poklepáním na libovolnou šipku se automaticky, ve zvoleném prohlížeči obrázků, otevře snímek, jež šipka zastupuje. Buňky jsou uloženy v samostatném výkresovém souboru, který se referenčně připojuje.



Obr. 28 Odkazy na snímky z kamer

Snímky z kamer často nejsou dostatečně kvalitní (přesvětlení, velké ztmavení) nebo nezobrazují problematické místo vyhodnocování. Při práci jsem s úspěchem využil službu *Google Street View* umístěnou na webových stránkách <http://maps.google.com/>. Služba ale není dostupná na všech lokalitách a je třeba mít na paměti, že snímky jsou pořízeny v jiném časovém období než snímky pořízené při mapování. Mračno bodů sahá často i do území vnitrobloků a zahrad, kde využijeme opět šikmé snímky ze stránek www.mapy.cz.

Vyhodnocování mračen bodů ilustruje obrázek *Obr. 29 Vyhodnocování mračen bodů*. Problematickým místem je chodník u lampy pouličního osvětlení. Mračno bodů ukazuje, že lampa je na původním místě, ale travnatý ostrůvek je oproti původní situaci prodloužen až za lampu.



Obr. 29 Vyhodnocování mračen bodů

Úroveň generalizace

Hlavní problém, provázející vyhodnocování mračen bodů, je udržení úrovně generalizace. Mračna bodů dávají geodetovi úžasnou možnost mapovat pouhým obtahováním zobrazené situace. Při mapování v terénu má člověk sklon použít větší míru zobecnění mapované situace. V pohodlí kanceláře jsem sám na sobě pozoroval jev spíše opačný.

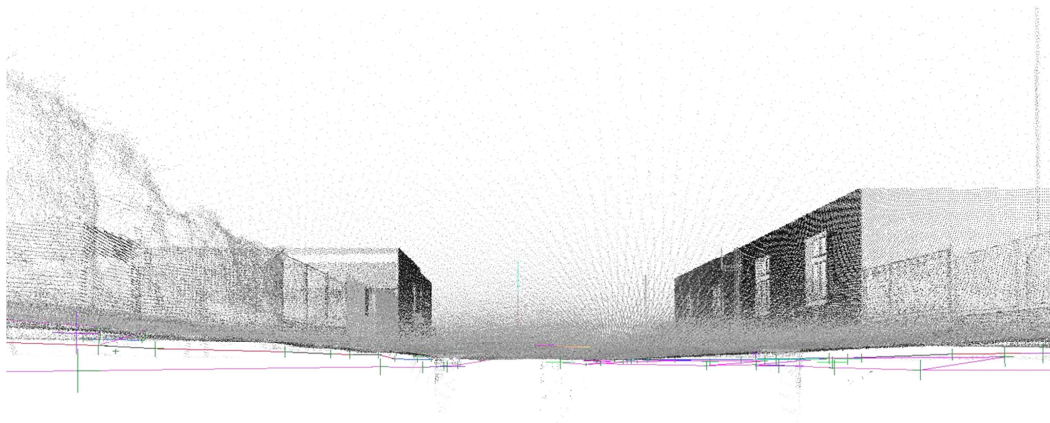
6.4 Význačné situace při vyhodnocování mračen bodů

V této podkapitole jsou popsány případy, vymykající se rámci běžné rutiny vyhodnocování mračen bodů. Část z nich jsou situace, které nejvíce ukazují výhody spojené s využitím mračen bodů. Jsou zde také popsány typické případy chyb při vyhodnocování mračen bodů.

6.4.1 Řešení chybného výškopisu

Při reambulaci mapy klasickým způsobem je prakticky nemožné kontrolovat správnost výškopisu. Kontrola výškopisu je závislá pouze na porovnávání hodnot výškových kót pouhým pohledem.* Zobrazení mračen bodů v 3D okně umožňuje kontrolovat výškopis mapy daleko efektivněji. Při správném výškopisu jsou původní body a situace mapy totožné s jejich 3D obrazem tvořeným mračen bodů. Případné chyby se jednoduše detekují vizuálně. Body a situace s chybným výškopisem je výškově posunutá buď nad mračno, nebo pod mračno bodů.

Chybný výškopis byl ve větším rozsahu zaznamenán v části jedné ulice. Konkrétní situaci znázorňuje *Obr. 30 Chybný výškopis ulice*.

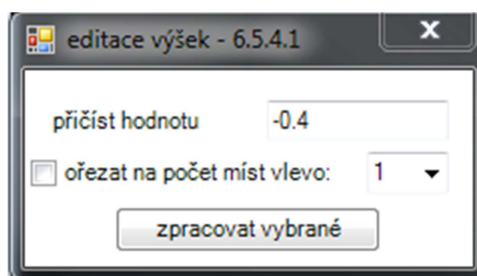


Obr. 30 Chybný výškopis ulice

Výškopis v ulici odpovídal na jejím začátku i konci mračnu bodů, ale přibližně v prostřední části byly výšky systematicky posunuty pod mračno. Výškové posunutí bylo na chybném úseku konstantní. V místech původních chybných bodů jsem vyhodnotil výšky těchto bodů z mračen. Chybné výšky jsem opravil o hodnotu algebraického rozdílu výšek z mračen a chybných výšek.

Pro automatickou opravu výškopisu jsem využil nástroj Editace výšek.

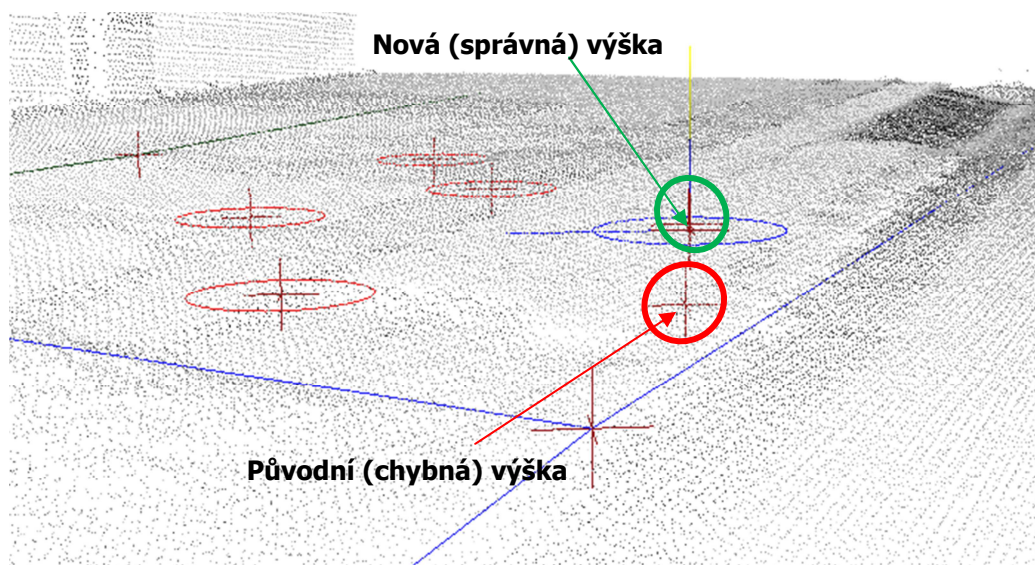
* V čase vzniku diplomové práce byla dovyvinuta aplikace Detektiv, která nyní umožňuje i automatizovanou kontrolu přesnosti výškopisu.



Obr. 31 Nástroj Editace výšek

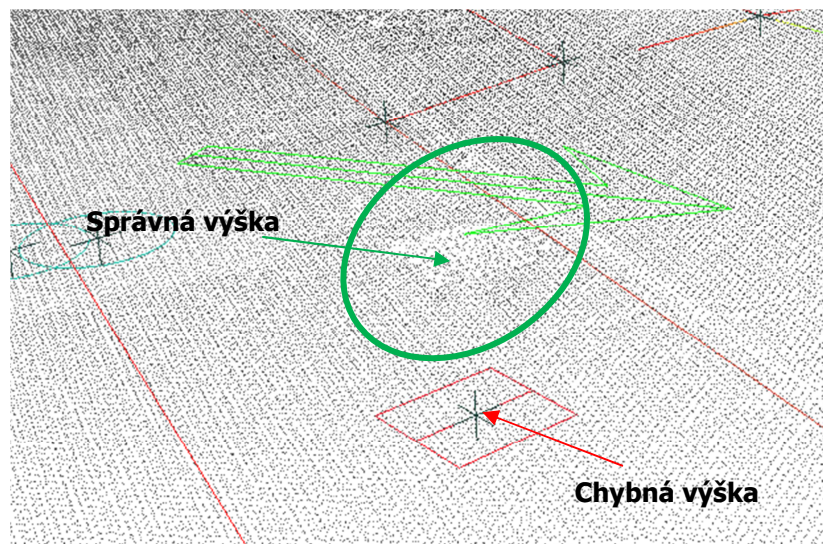
Výhodou tohoto nástroje je hromadná editace vybraných výšek. Stačí pouze zadat hodnotu opravy výšek a vybrat požadované výšky ohradou nebo jednotlivě. Opravený výškopis následně zkontrolujeme opět prohlédnutím ve 3D okně. Při zadání správné hodnoty opravy by měla kresba situace odpovídat mračnu bodů.

Dalším případem chybného výškopisu většího rozsahu byl chybný výškopis u povrchových znaků inženýrských sítí. Ačkoliv okolní situace zaměřená stejnou zakázkou byla v pořádku, chyby ve výškopisu se týkaly výhradně plynových šoupátek. Situaci jsem vyřešil jednotlivou editací původních výškových kót. Hromadná editace by v tomto případě nebyla efektivní. Vzhledem k lokálnímu výskytu chyb nešel použít hromadný výběr výšek ohradou.

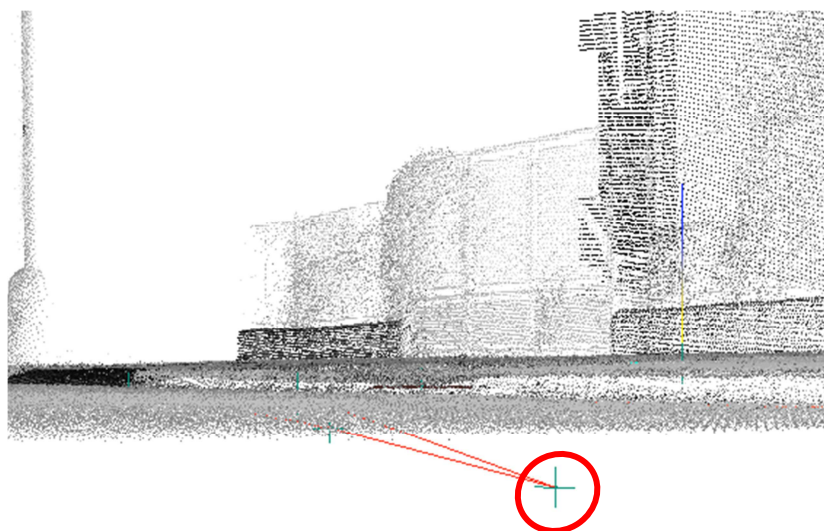


Obr. 32 Chybná výška šoupátka

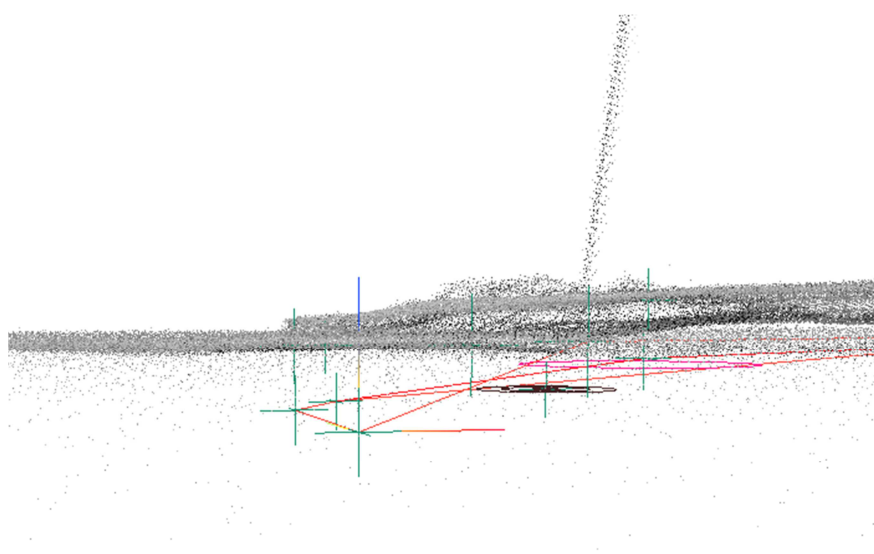
Ostatní chyby výškopisu se na mém zájmovém území vyskytovaly pouze lokálně. Řešení chyb probíhalo opět pouze jednotlivou editací chybných výškových kót. Příklady těchto chyb dokládají následující obrázky.



Obr. 33 Chybná výška kanalizační vpusti



Obr. 34 Chybná výška bodu chodníku



Obr. 35 Chybný výškopis v oblouku silnice

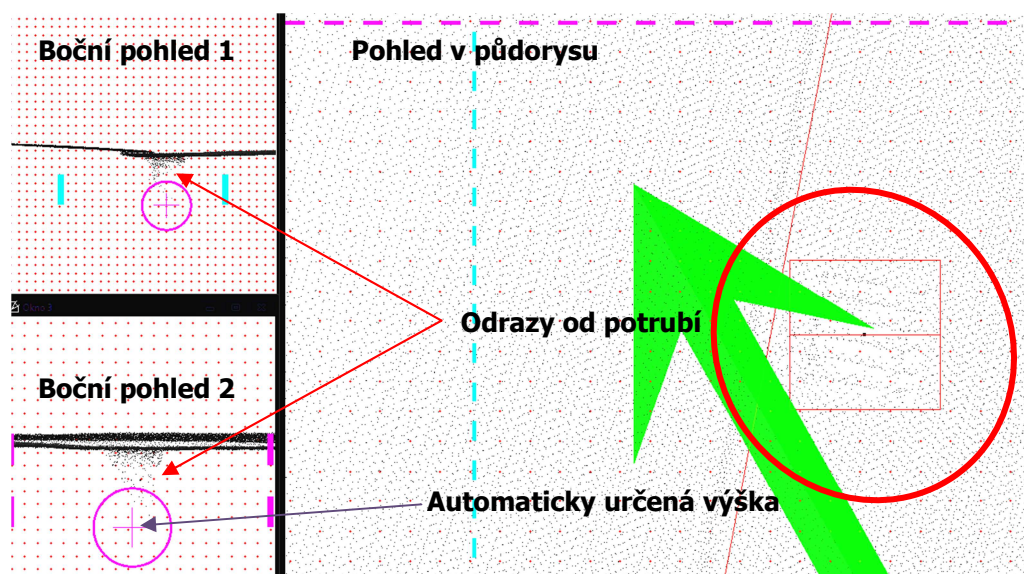
Většina chyb výškopisu je způsobena nesprávným zadáním výšky cíle, při měření podrobných bodů v terénu polární metodou. Této skutečnosti napovídá i hodnota velikosti chyb, která se pohybuje v řádech celých desítek decimetrů.

6.4.2 Časté chyby při vyhodnocování mračen bodů

Práce s mračny bodů není možné provádět pouze v půdorysu. Pro korektní vyhodnocování je třeba využívat všech dostupných oken s pohledy. Špatným vyhodnocením vznikají chyby v poloze i ve výšce.

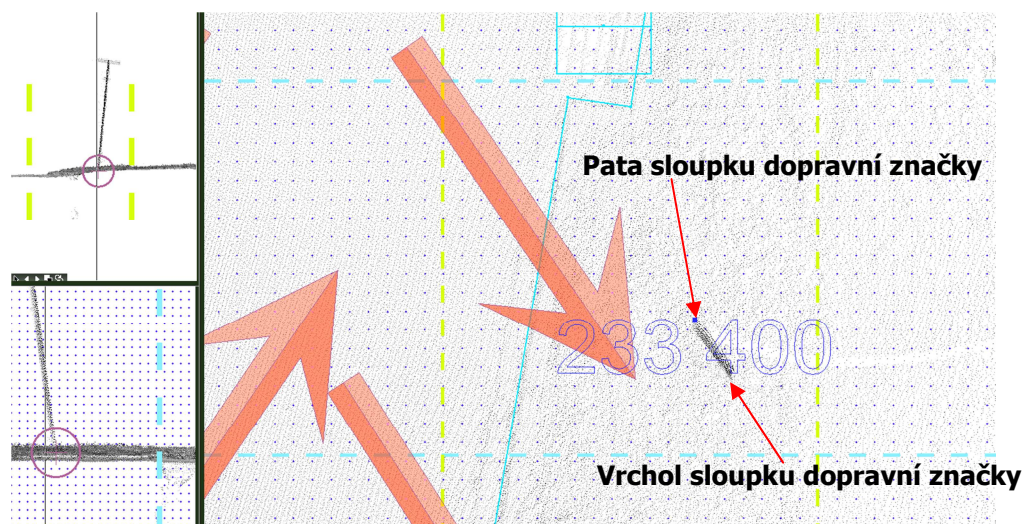
Výškové chyby vznikají při vyhodnocování pouze s využitím půdorysu mračna bodů. Nastavením automatického odečítání výšek se výšky odečítají z prostorového okolí kurzoru. Velikost prostorového okolí si zvolíme a program automaticky odečítá nejčastěji výšku nejnižšího bodu tohoto okolí.

Nejnebezpečnější je vyhodnocování kanalizačních vpustí. Díky mřížím se signály dostanou dovnitř vpusti, kde se odrážejí od vnitřních stěn potrubí. V mračnu bodů se tyto vnitřní odrazy samozřejmě objeví, jsou ale výškově níž než plocha mříže. Program nesprávně přiřadí jejich výškovou kótu buňce vpusti. Situaci řešíme editací výšky v některém z bočních pohledů.



Obr. 36 Vyhodnocení kanalizační vpusti

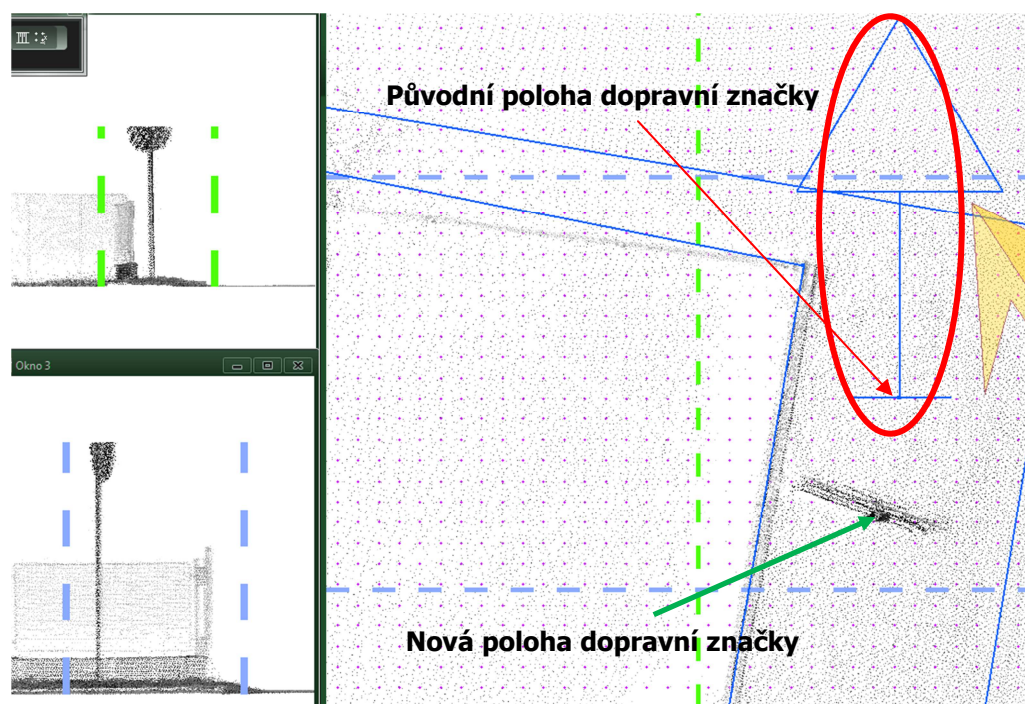
Polohové chyby se nejčastěji vyskytují při vyhodnocování vysokých předmětů, které nejsou zcela svislé. Jde především o sloupy nadzemního vedení, sloupy veřejného osvětlení, dopravní značky a kmeny stromů. V půdorysu nejsme polohu takových předmětů schopni přesně vyhodnotit. Proto využíváme bočních pohledů, kde lze polohu i výšku editovat.



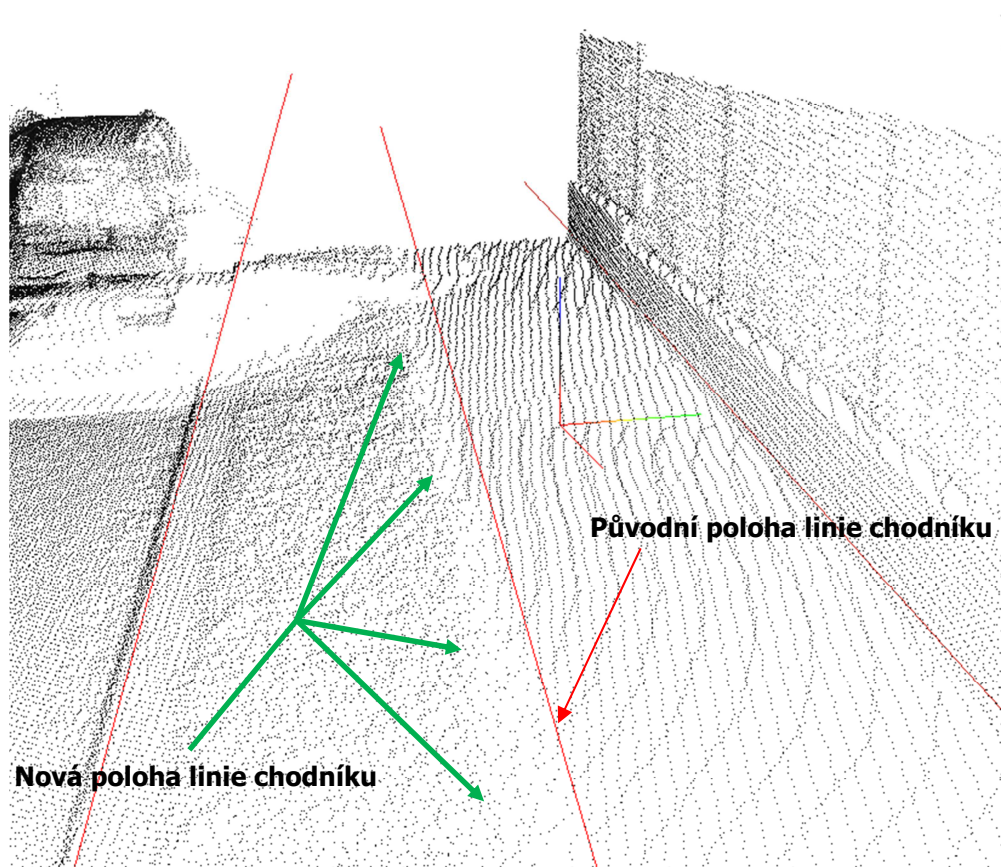
Obr. 37 Vyhodnocení nakloněné dopravní značky

6.4.3 Příklady využití mračen bodů pro reambulaci mapy

Následující obrázky zachycují konkrétní situace, kdy je využití mračen bodů výhodou oproti klasické reambulaci. Při klasické pochůzce s kontrolní kresbou je velmi těžké detekovat drobné změny v poloze některých prvků. Porovnáním skutečné situace s kontrolní kresbou, která je většinou v měřítku 1:500, je nemožné takové změny odhalit.



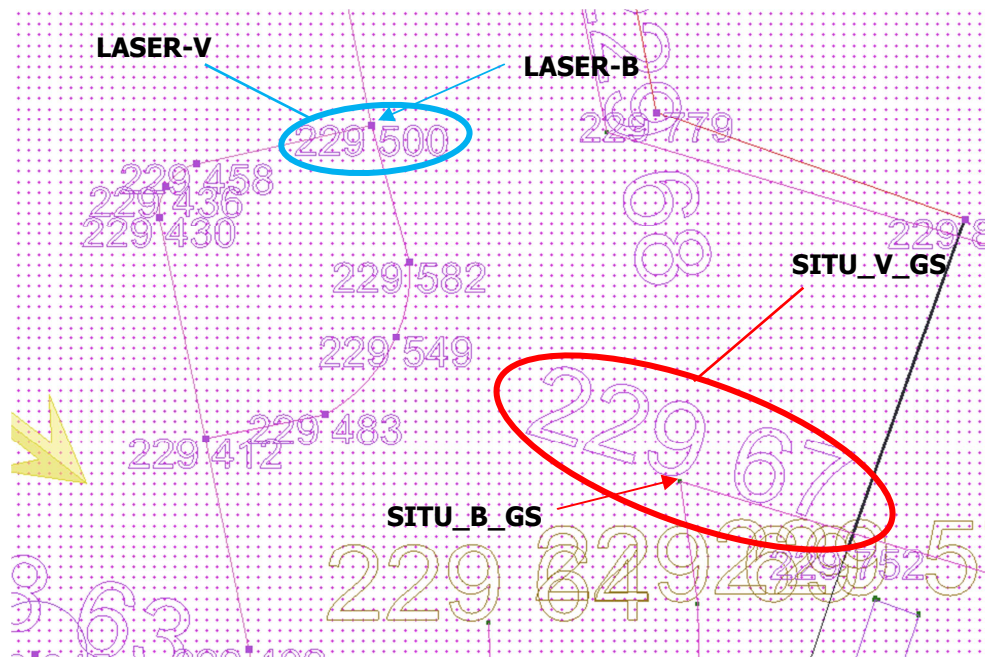
Obr. 38 Nová poloha dopravní značky



Obr. 39 Nová linie chodníku

6.5 Realizace změn v databázi

Při realizaci změn v databázi narazíme na problém s grafickými tabulkami teček a výšek bodů vyhodnocených z mračen. V DTMM se tyto grafické tabulky nevyskytují. Je třeba obsah tabulky LASER-V převést do SITU_V_GS a stejně prvky z tabulky LASER-B převést do SITU_B_GS. Hromadný převod prvků není žádný problém. Především převod výškových kót doporučuji, kvůli snadnější orientaci, provést až po editaci výškopisu v tabulce SITU_V_GS. Díky možnosti nezobrazit jednotlivé tabulky můžeme vypnout výškové kóty v tabulce LASER-V, kterých je často několik stovek až několik tisíc.



Obr. 40 Různé grafické tabulky prvků

Jelikož byl proces realizace změn v databázi již popsán v kapitole 4.4 *Realizace změn v databázi*, vyjmenuji je zde pouze heslovitě s případnou poznámkou.

- *Topologické a atributové kontroly*- odhalí chybné grafické tabulky u vyhodnocovaných bodů a jejich výšek.
- *Ostatní kontroly*- editace výškových kót v tabulce SITU_V_GS a editace výškových kót v tabulce LASER-V.
- *Převod vyhodnocených bodů a jejich výšek do správných grafických tabulek*
- *Porovnávací export*
- *Import dat do databáze*

7. Porovnání metod reambulace

Hlavní rozdíly mezi reambulací klasickou metodou a reambulací mapy s využitím MMS jsem popsal v předchozích kapitolách. Šlo především o rozdílný postup při aktualizaci mapy, který vyplývá z rozdílů zpracovávaných dat. Určitou představu o efektivnosti obou metod lze získat porovnáním závěrečných statistik, které nám poskytuje protokol při porovnávacím exportu.

Mým prvotním záměrem bylo reambulovat mapový list klasickou metodou, tedy pochůzkou v terénu. Spuštěním porovnávacího exportu bych získal první soubor informací o reambulaci mapy. Následně bych reambuloval ten samý list s využitím mračen bodů a porovnávacím exportem bych získal druhý soubor informací. Oba soubory bych mezi sebou porovnal a zjistil bych, která metoda byla efektivnější.

Takový postup naráží na řadu problémů. V první řadě mapa zastarává každým dnem a změny zjištěné při jednom ze šetření by již nemusely odpovídat změnám zjištěným při dalším šetření. Každou z reambulací by musel provádět jiný člověk, aby byla zajištěna nezávislost při šetření. Celý proces by byl časově náročný a vzhledem k zastarávání mapy by výsledky nebyly průkazné.

Jelikož mi byl umožněn přístup k technickým zprávám z dříve reambulovaných listů DTMM [8], rozhodl jsem se porovnat výsledky reambulací obecněji na větším vzorku dat. Každý mapový list je specifický, takže z porovnání si lze utvořit jen určitou představu o efektivitě jednotlivých metod. Navíc v začátcích využívání mračen bodů byly mapové listy reambulovány klasicky pochůzkou i se zaměřením změn a pouze některé prvky byly vyhodnoceny následně z mračen.

Map. list Pardubice	Metoda reambulace	Původní prvky	Nové prvky	Modifikované prvky	Historizované prvky	Změny oproti původnímu stavu v %
9-0/41	bez MMS	19414	1168	269	824	12
9-0/42	bez MMS	29179	1057	778	783	9
9-0/43	bez MMS	23011	1531	350	771	12
9-0/44	bez MMS	27725	825	590	1111	9
8-0/24	MMS	43665	4556	1198	2967	20
8-0/13	MMS	41871	2642	1131	2617	15
8-0/31	bez MMS	40716	3378	1072	3123	19
8-0/33	bez MMS	28075	944	464	692	7
8-0/11+ 8-0/12	bez MMS	26819	4848	2027	3725	40
8-0/14	bez MMS	39315	1576	1411	2926	15
8-0/32	bez MMS	45455	1898	504	1473	9
8-0/34	bez MMS	32523	3602	4164	3602	35
8-0/21	MMS	11208	8244	1108	1496	97
9-0/32	bez MMS	12885	1817	630	265	21
8-9/31	bez MMS	14842	722	504	688	13
8-1/21	MMS	21400	12991	1695	9222	112

Tab. 1 Porovnání metod reambulace mapy

Tabulka 1 ukazuje procentuální podíl změn (nové, modifikované a historizované prvky) proti celkovému počtu (původní, nové, modifikované, historizované) prvků v mapě. Zajímavý je především mapový list Pardubice 8-1/21, kde došlo ke změně oproti původnímu stavu o 112%. Tato skutečnost je způsobena rozšířením mapového listu (viz 6.2 *Terénní práce*). V místech rozšíření území bylo provedeno v podstatě úplně nové mapování.

Pokud nebudeme uvažovat odlehle hodnoty, tak ze zjištěných dat vyplývá, že při reambulaci s využitím MMS se průměrně změní 58% obsahu mapy. Při reambulaci mapy bez využití MMS je průměrně změneno 15% obsahu mapy.

Závěr

Podrobnosti o vypracované zakázce jsou uvedeny v příloze *Příloha č. 1 Technická zpráva*.

V minulosti jsem se podílel na reambulacích několika mapových listů (Pardubice 9-0/24, Pardubice 8-0/13, Pardubice 8-0/14, Pardubice 8-0/32, Pardubice 8-0/31, Pardubice 8-0/34, Pardubice 8-1/12, Pardubice 8-0/43, Pardubice 8-1/21, Pardubice 7-0/13, Pardubice 8-1/23, Pardubice 8-1/14). Z toho jsem mapový list Pardubice 7-0/13 reambuloval nejprve klasicky pochůzkou v terénu, ale zjištěné změny jsem vyhodnocoval z mračen bodů. Kombinace těchto metod byla velmi úspěšná. Díky této zkušenosti jsem zjistil, že ačkoliv některé prvky polohopisu bych v mračnu bodů bez náčrtu neobjevil, většinou jsem kontrolní kresbu z terénu spíše doplňoval. Osobně preferuji využití mračen bodů, ale v některých situacích se ani moderní technologie nevyrovná terénnímu šetření.

Seznam použité literatury

- [1] Uživatelská příručka programu GeoStore V6, GSV6.pdf
- [2] ČSN 013411 Mapy velkých měřítek, Kreslení a značky. Praha Vydavatelství norem, 1990
- [3] Směrnice pro tvorbu DTMM.pdf
- [4] Gestore web umístěný na stránkách <http://www.geostore.cz/jdtm-vc/gswweb/>
- [5] Návod aplikace ADispej.dll, ADISPEJ_MANUÁL.pdf
- [6] Návod aplikace Revize, revize_gsv6.pdf
- [7] Návod aplikace Archiv.dll, archiv_gsv6.pdf
- [8] Technické zprávy z reambulancí mapových listů Pardubice 9-0/41, Pardubice 9-0/42, Pardubice 9-0/43, Pardubice 9-0/44, Pardubice 8-0/24, Pardubice 8-0/13, Pardubice 8-0/31, Pardubice 8-0/33, Pardubice 8-0/11, Pardubice 8-0/12, Pardubice 8-0/14, Pardubice 8-0/32, Pardubice 8-0/34, Pardubice 8-0/21, Pardubice 9-0/32, Pardubice 8-9/31, Pardubice 8-1/21
- [9] Webové stránky společnosti Optech <http://www.optech.ca/>
- [10] Webové stránky projektu Quantum 3D společnosti Geovap spol. s r.o. <http://www.quantum3d.cz>
- [11] VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. © 2005-2012 [cit. 2012-1-16]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
- [12] ČSN ISO 690. Informace a dokumentace - Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. Třídící znak 01 0197.

Seznam použitých zkratk

DTMM	Digitální technická mapa města
MMS	Mobilní mapovací systém
GIS	Geografický informační systém
CAD	Computer Aided Design
DGN	Design
SHP	Shapefile
DXF	Drawing Exchange Format
GML	Geography Markup Language
SQL	Structured Query Language
WKB	Well Known Binary
OCG	Open Geospatial Consortium
WMS	Web Map Service
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
ČSN	Česká technická norma
ÚMPS	Účelová mapa povrchové situace
SSVč	Sdružení správců Východních Čech
DLL	Dynamic-link library
DTMMP	Digitální technická mapa města Pardubice
DKM	Digitální katastrální mapa
GNSS	Global Navigation Satellite System
IMU	Inertial measurement unit
CZEPOS	Síť permanentních stanic GNSS České republiky
3D	trojrozměrný
GPS	Global Positioning System
UTM	World Geodetic System 1984
MDL	MicroStation Development Language
PC	Personal computer

Seznam příloh

Příloha č. 1	Technická zpráva
Příloha č. 2	Ukázka reambulované mapy